

บอลูนบินตามเส้นด้วยกล้องวิดีโอ  
VIDEO SIGNAL CONTROLLED BALLOON



T 0 4 2 3 2 8



โดย  
นางสาวกชกร แตรทอง 40010001  
นายพิสิฐ มาศิริ 40010522

เลขหมู่ 2543  
เลขทะเบียน 42328  
วัน, เดือน, ปี 17 พ.ค. 2545

b.....  
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ 112015.1X

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

ภาควิชาระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง บอลลูนบินตามเส้นด้วยกล้องวิดีโอ

VIDEO-SIGNAL CONTROLLED BALLOON

ผู้จัดทำ

- |              |        |          |
|--------------|--------|----------|
| 1. นางสาวชกร | แตรทอง | 40010001 |
| 2. นายพิสิฐ  | มาศิริ | 40010522 |

..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รศ.ดร.จกต งามวิวิทย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
(อาจารย์สุมิตร พนาอุดมทรัพย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บอลูนบินตามเส้นด้วยกล้องวิดีโอ

รศ.ดร.จงกล งามวิวิทย์

อ.สุมิตร พนาอุดมทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2543

### บทคัดย่อ

จากแนวคิดเรื่องความปลอดภัยของมนุษย์ การทำงานในพื้นที่ที่เสี่ยงต่ออันตราย จะมีการใช้เครื่องจักรหรือหุ่นยนต์ ทำงานแทนมนุษย์ โครงการนี้จึงเกิดขึ้น เพื่อประโยชน์ในการ เข้าไปในพื้นที่ที่ไม่สามารถสัมผัสถูกพื้นได้

โครงการนี้ เป็นการควบคุมบอลูนให้บินไปตามเส้นทางที่ได้กำหนดไว้ โดยใช้กล้องอนาล็อกวิดีโอเป็นตัวตรวจจับเส้นทาง สัญญาณที่ได้จากกล้องอนาล็อกวิดีโอ จะถูกนำไปผ่านวงจรขยายสัญญาณแล้วส่งต่อไปยังวงจรเปรียบเทียบระดับแรงดัน เพื่อแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล สัญญาณที่ได้นี้จะถูกส่งไปประมวลผลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ เอ็มซีเอส 51 สัญญาณเอาท์พุทที่ได้จะควบคุมวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ที่ติดใบพัด ซึ่งมีมอเตอร์ทั้งหมด 3 ตัว อยู่ที่ปีกซ้าย/ขวา ด้านละ 1 ตัว ทำหน้าที่ควบคุมการเดินหน้าและถอยซ้าย/ขวา ส่วนมอเตอร์อีกตัวหนึ่งอยู่ข้างใต้บอลูน ทำหน้าที่ควบคุมระดับของบอลูน การควบคุมนี้เป็นการควบคุมใน 3 มิติ

### Abstract

Due to the idea about human safety, operation in hazardous areas will use machines or robots instead of human. Therefore this project is occurred to be useful for passing through the areas that cannot touch the ground.

This project presents the control of balloon to fly along the target route by using an analog video camera to be a route sensor. The signal from the analog video camera will be fed through the amplifier circuit and voltage comparator circuit in order to transform the analog signal to digital signal. This signal will be processed in MCS51 micro-controller, then the output signal will drive the turbine motor circuit. There are 3 motors. Two motors are at the left and right wings to control the forward flying, turn left and turn right. The last one is at the bottom of the balloon to control the level of flying. This control method is the 3-dimension control.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
สารบัญ	II
สารบัญภาพ	III
สารบัญตาราง	V
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	2
2.1 กล้องอนาล็อกวีดีโอขาว/ดำ	2
2.2 วีดีโอซิงค์แซพพาราเตอร์	5
2.3 การใช้ไหมเมอร์/เคาท์เตอร์ ในไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 51	7
2.4 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์	9
บทที่ 3 หลักการออกแบบและการทำงานของวงจร	11
3.1 การออกแบบวงจรขยายสัญญาณ	12
3.2 การออกแบบวงจรเปรียบเทียบระดับแรงดัน	13
3.3 การออกแบบวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์	14
บทที่ 4 การออกแบบและการคำนวณขนาดบอลูน	18
บทที่ 5 กระบวนการทำงานของโปรแกรม	21
บทที่ 6 การทดลองและผลการทดลอง	26
6.1 การทดลองเพื่อหาช่วงของสัญญาณที่นำมาใช้งาน	26
6.2 การทดลองเพื่อตรวจสอบสัญญาณที่ขับเคลื่อนมอเตอร์ตามรูปแบบของ เส้นทาง	29
บทที่ 7 บทวิจารณ์และสรุปผลการทดลอง	33
บทที่ 8 แนวทางในการพัฒนา	35
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
หนังสืออ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 กล้องอนาล็อกวีดีโอ ขาว/ดำ	2
รูปที่ 2.2 สัญญาณวีดีโอ	3
รูปที่ 2.3 ขนาดของสัญญาณจากสโคป	4
รูปที่ 2.4 สัญญาณเซอร์ริชอลท์พัลส์	5
รูปที่ 2.5 สัญญาณเวอร์ติคัลพัลส์	5
รูปที่ 2.6 เอาท์พุทของ LM 1881	6
รูปที่ 2.7 แสดงการจ่ายแรงดันให้มอเตอร์เป็นช่วงๆ	9
รูปที่ 2.8 แสดงค่ากระแสเฉลี่ยที่ป้อนเข้ามอเตอร์เมื่อมีช่วงการเปิด/ปิดต่างกัน	10
รูปที่ 3.1 แสดงองค์ประกอบทั้งหมดในส่วนของวงจรการทำงาน	11
รูปที่ 3.2 แสดงการต่อวงจรขยายสัญญาณ	12
รูปที่ 3.3 แสดงไอซี LM311 และการต่อใช้งาน	13
รูปที่ 3.4 แสดงการต่อวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์	14
รูปที่ 3.5 แสดง การต่อวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์	16
รูปที่ 3.6 แสดง การต่อวงจรทั้งหมดเข้าด้วยกัน	17
รูปที่ 4.1 แสดงรูปทรงบอลลูน	19
รูปที่ 4.2 แสดงรูปทรงบอลลูนจริงที่ทำจากผ้าและโครงลวด	20
รูปที่ 4.3 แสดงกล่องควบคุมบอลลูนและการติดตั้งกล้องวีดีโอ และใบพัดทั้ง 3 ตัว	20
รูปที่ 5.1 แสดงขั้นตอนการทำงานทั้งหมด	22
รูปที่ 5.2 แสดงการเก็บข้อมูล	23
รูปที่ 5.3 แสดงขั้นตอนการตีความนำค่าไปเก็บใน R1,R2,R3	24
รูปที่ 5.4 แสดงการควบคุมมอเตอร์	25
รูปที่ 6.1.1 แสดงภาพขณะบอลลูนเริ่มต้นบิน	26
รูปที่ 6.1.2 แสดงภาพขณะบอลลูนบินในระดับปกติ	27
รูปที่ 6.1.3 แสดงภาพขณะบอลลูนบินในระดับต่ำ	28
รูปที่ 6.1.4 แสดงภาพขณะบอลลูนทำการเลี้ยว	28
รูปที่ 6.1.5 แสดงภาพขณะบอลลูนเริ่มบินออกนอกเส้นทาง	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.2.1.1 แสดงภาพของเส้นทาง(ทางตรง)	30
รูปที่ 6.2.1.2 แสดงภาพของเส้นทางจากสโคป	30
รูปที่ 6.2.1.3 แสดงภาพสัญญาณการจับมอเตอร์ซ้าย	30
รูปที่ 6.2.1.4 แสดงภาพสัญญาณการจับมอเตอร์ขวา	30
รูปที่ 6.2.2.1 แสดงภาพของเส้นทาง(เลี้ยวซ้าย)	31
รูปที่ 6.2.2.2 แสดงภาพของเส้นทางจากสโคป	31
รูปที่ 6.2.2.3 แสดงภาพสัญญาณการจับมอเตอร์ซ้าย	31
รูปที่ 6.2.2.4 แสดงภาพสัญญาณการจับมอเตอร์ขวา	31
รูปที่ 6.2.3.1 แสดงภาพของเส้นทาง(เลี้ยวขวา)	32
รูปที่ 6.2.3.2 แสดงภาพของเส้นทางจากสโคป	32
รูปที่ 6.2.3.3 แสดงภาพสัญญาณการจับมอเตอร์ซ้าย	32
รูปที่ 6.2.3.4 แสดงภาพสัญญาณการจับมอเตอร์ขวา	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 3.1 แสดงบิตการควบคุมมอเตอร์ปักซ้าย	15
ตารางที่ 3.2 แสดงบิตการควบคุมมอเตอร์ปักขวา	15
ตารางที่ 3.3 แสดงบิตการควบคุมมอเตอร์ตัวกลาง	15
ตารางที่ 6.1.1 แสดงค่าสัญญาณเมื่อกล้องวิดีโอเห็นภาพในรูปที่ 6.1.1	26
ตารางที่ 6.1.2 แสดงค่าสัญญาณเมื่อกล้องวิดีโอเห็นภาพในรูปที่ 6.1.2	27
ตารางที่ 6.1.3 แสดงค่าสัญญาณเมื่อกล้องวิดีโอเห็นภาพในรูปที่ 6.1.3	27
ตารางที่ 6.1.4 แสดงค่าสัญญาณเมื่อกล้องวิดีโอเห็นภาพในรูปที่ 6.1.4	28
ตารางที่ 6.1.5 แสดงค่าสัญญาณเมื่อกล้องวิดีโอเห็นภาพในรูปที่ 6.1.5	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1.1.1 ศึกษาคุณสมบัติของการใช้งานปกติ และการประยุกต์ใช้งาน ของกล้องอนาล็อกวีดีโอ แบบขาว/ดำ :- จากโครงการเก่าที่มีลักษณะคล้ายๆกัน เช่น ไมโครเม้าท์ ที่มีการใช้ตัวตรวจจับสัญญาณแสงในการหาเส้นทางบนพื้น เนื่องจากตัวไมโครเม้าท์วิ่งอยู่บนพื้นจึงสามารถใช้ตัวตรวจจับสัญญาณชนิดไวแสงได้ แต่ในโครงการนี้ได้ปรับปรุงให้ตัวโครงการลอยอยู่ในอากาศ ด้วยระยะทางที่ไกลจากพื้น จึงไม่สามารถใช้ตัวตรวจจับสัญญาณแบบเคมิคาเส้นทางได้ จึงได้ทำการเปลี่ยนมาใช้กล้องวีดีโอเป็นตัวตรวจจับเส้นทางแทน เพื่อความประหยัดและความสะดวกในการนำไปประยุกต์ใช้งาน จึงได้เลือกใช้กล้องอนาล็อกวีดีโอแบบขาว/ดำ

1.1.2 ศึกษาถึงวงจรการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล :- เนื่องจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไม่สามารถนำสัญญาณอนาล็อกไปประมวลผลได้โดยตรง จึงต้องผ่านวงจรแปลงสัญญาณ แต่ในโครงการนี้เป็นการศึกษาในเมืองต้น และต้องการข้อมูลเพียง 2 สถานะ ในการใช้งาน โครงการนี้จึงใช้ วงจรเปรียบเทียบระดับแรงดัน (Voltage Comparator) มาเป็น วงจรแปลงสัญญาณที่มีความละเอียด 1 บิต

1.1.3 ศึกษาการทำงานและการใช้งานของไมโครคอนโทรลเลอร์ :- ในโครงการนี้ได้เลือกใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล เอ็มซีเอส 51 (MCS 51) เบอร์ 89ซี51 เนื่องจากมีอุปกรณ์ที่ต้องการใช้งานอยู่ครบภายในชิพเดียว เช่น รมม, แรม, พอร์ตการเชื่อมต่อต่างๆ และการประมวลผลที่ละ 8 บิต

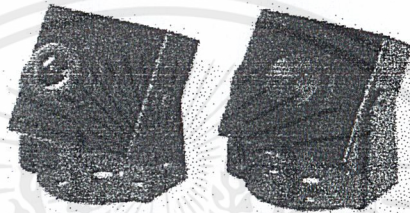
1.1.4 ศึกษาถึงลักษณะและการประยุกต์ใช้มอเตอร์กระแสตรง เพื่อการขับเคลื่อนตัวโครงการรวมไปถึงการออกแบบวงจรขับเคลื่อน :- เพื่อให้ได้การทำงานของมอเตอร์ตามที่ต้องการ เช่น การหมุนกลับทาง, ความเร็วในการหมุน และกำลังที่ส่งออกของมอเตอร์

1.1.5 ศึกษาถึงโครงสร้าง, วัสดุ, น้ำหนัก และแก๊ส ที่จะใช้ทำบอลูน และคำนวณหาขนาดบอลูน :- เพื่อให้โครงการสามารถลอยตัวขึ้นได้ และเคลื่อนที่ไปข้างหน้าโดยมีแรงต้านทานอากาศน้อยที่สุด รวมไปถึงการเลือกแก๊สที่มีแรงยกตัวสูง แต่ต้องมีความปลอดภัยในการใช้งาน และการเลือกใช้อุปกรณ์เพื่อให้มีน้ำหนักรวมน้อยที่สุด

## บทที่ 2

### ทฤษฎี

#### 2.1 กล้องอนาล็อกวีดีโอ ขาว/ดำ ( Black & White CCD Camera )



รูปที่ 2.1 กล้องอนาล็อกวีดีโอ ขาว/ดำ

##### 2.1.1 คุณลักษณะของกล้อง

- เป็นกล้องชนิด เศษหนึ่งส่วนสี่นิ้ว ซีซีดี มินิเอเจอร์ (CCD Miniature)
- มีขนาด 36\*36\*15 มิลลิเมตร
- จำนวนพิกเซล : 512(H)\*492(V)
- ใช้กับแหล่งจ่ายไฟ ดีซี 12 โวลต์ตรง
- ใช้กระแสไฟ 150 มิลลิแอมแปร์
- ให้สัญญาณเอาต์พุต เป็น คอม โพสิทิวีดีโอ (Composite Video)

##### 2.1.2 สัญญาณคอม โพสิทิวีดีโอ (Composite Video Signal)

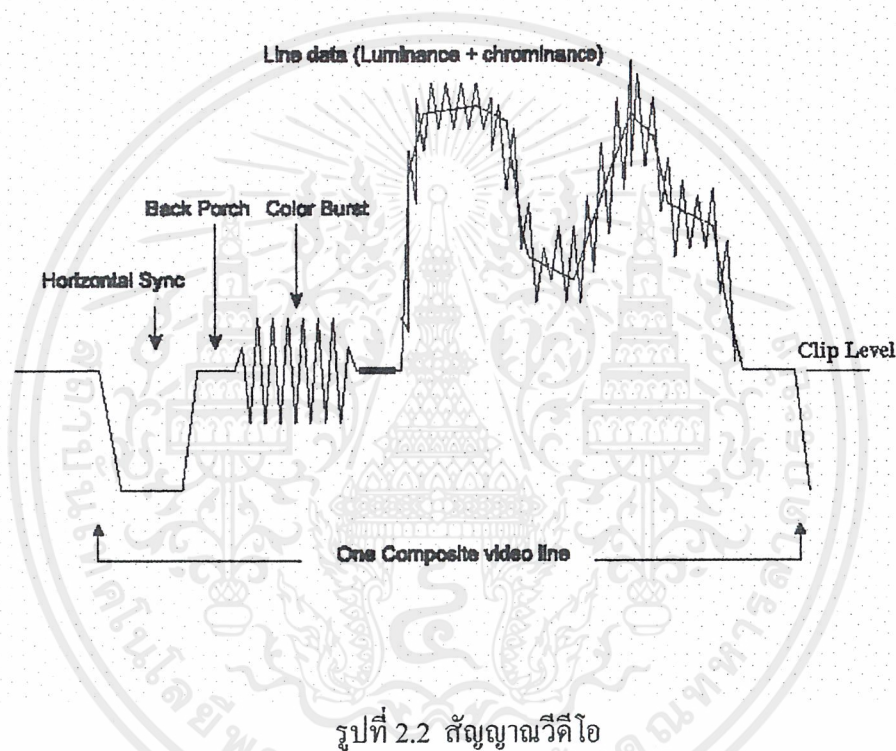
สัญญาณคอม โพสิทิวีดีโอ คือสัญญาณวีดีโอประเภทหนึ่ง ที่ประกอบด้วย สัญญาณ 3 ส่วน ดังนี้

2.1.2.1 ซิงค์(Sync) คือสัญญาณควบคุมการเกิดภาพบนจอให้ถูกต้องตามตำแหน่ง และเวลา

2.1.2.2 วีดีโอ (Video) คือสัญญาณควบคุมความสว่างของภาพ ณ ตำแหน่งต่างๆ บนจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

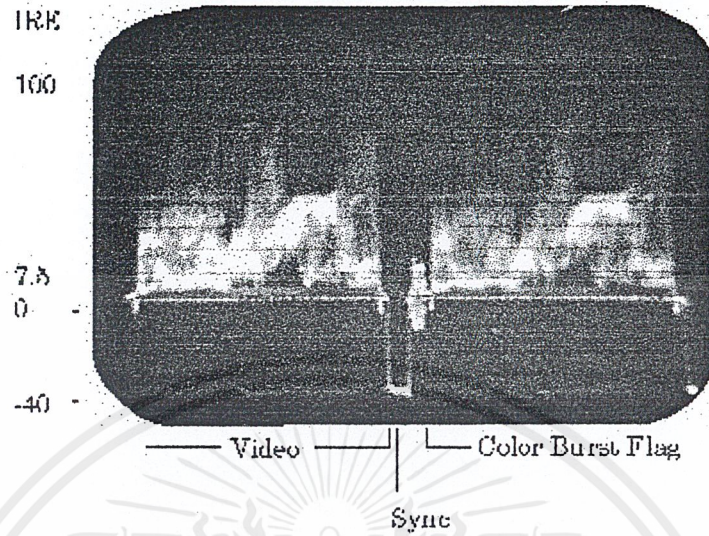
2.1.2.3 คัลเลอร์เบิร์ส (Color Burst) คือสัญญาณควบคุมสีของภาพ ในกรณีเป็น กล้องวิดีโอแบบสี แต่ในที่นี้ใช้กล้องแบบ ขาว/ดำ รูปสัญญาณจึงไม่มีส่วนคัลเลอร์เบิร์ส



รูปที่ 2.2 สัญญาณวิดีโอ

โดยปกติแล้วสัญญาณวิดีโอ ที่ใช้กับระบบโทรทัศน์ จะมีขนาดสัญญาณ 1 โวลต์พีค-พีค และใช้กับสายสัญญาณขนาด 75 โอห์ม หน่วยที่นิยมใช้ในการวัดขนาดของสัญญาณคือ ไออาร์อี (IRE : Institute of Radio Engineer) สัญญาณวิดีโอจะมีขนาดอยู่ในช่วง 0 ถึง 100 ไออาร์อี และ สัญญาณซิงค์จะมีขนาดอยู่ในช่วง 0 ถึง -40 ไออาร์อี ดังนั้น 1 ไออาร์อี =  $1/140$  โวลต์พีค-พีค ภาพสีดำจะมีขนาดสัญญาณประมาณ 7.5-10 ไออาร์อี และภาพสีขาวมีขนาดสัญญาณสูงสุดไม่เกิน 100 ไออาร์อี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



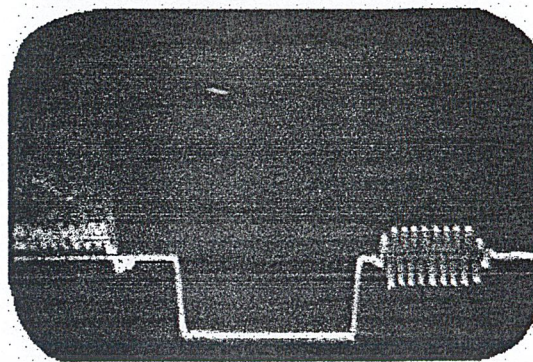
รูปที่ 2.3 แสดงขนาดของสัญญาณจากสโคป

ในโครงการงานชิ้นนี้เราจะนำสัญญาณซิงค์สัญญาณเดียวมาใช้งาน จึงขอกกล่าวถึงรายละเอียดของสัญญาณดังนี้

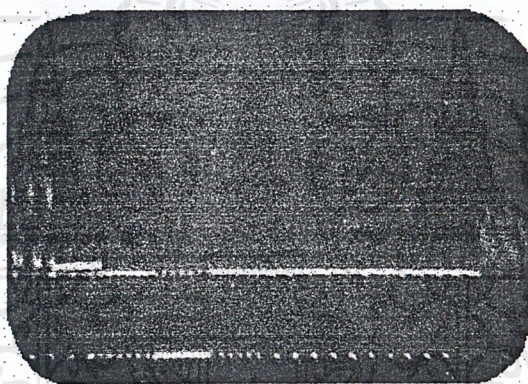
สัญญาณซิงค์ ประกอบด้วย เฮอริซอลทัลพัลส์ (Horizontal Pulse) และ เวอร์ติคัลพัลส์ (Vertical Pulse)

เฮอริซอลทัลพัลส์ เป็นพัลส์ซิงกลอยู่ทางด้านข้อมูลในแต่ละเส้นสแกน ซึ่งเฮอริซอลทัลพัลส์ นี้ จะบอกให้มอนิเตอร์รู้ว่ากำลังจะมีข้อมูล 1 เส้นเข้ามาและให้มอนิเตอร์ แสดงผล

เวอร์ติคัลพัลส์ เป็นพัลส์ซิงกลอยู่ทางด้านกลุ่มของสัญญาณภาพ 1 หน้าจอ เวอร์ติคัลพัลส์ จะบอกมอนิเตอร์ว่าจะมีข้อมูลอีก 1 ชุด (ประกอบด้วยหลายๆเส้น) กำลังเข้ามา ให้มอนิเตอร์ แสดงผล



รูปที่ 2.4 แสดงสัญญาณเซอร์ริชชอดทาลฟิลล์



รูปที่ 2.5 แสดงสัญญาณเวอร์ติคัลฟิลล์

## 2.2 วีดีโอซิงค์แซพพาราเตอร์ (Video Sync Separator : LM1881)

เป็นไอซีที่ใช้แยกสัญญาณซิงค์ ของสัญญาณวีดีโอ เพื่อให้สามารถนำสัญญาณจากวีดีโอ ซึ่งมีความถี่สูงไปใช้งานได้

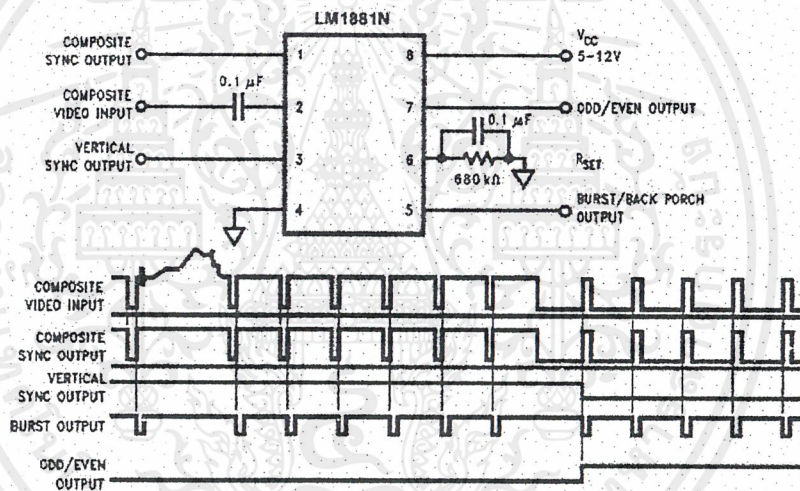
### 2.2.1 คุณสมบัติของ LM1881

- รับสัญญาณคอมโพสิทวีดีโอ เข้ามาทางขา 2
- มีความต้านทานด้านอินพุต มากกว่า 10 กิโลโอห์ม
- จ่ายไฟเลี้ยงได้ตั้งแต่ 5-12 โวลท์ ทางขา 8
- ให้สัญญาณเอาต์พุตเป็น คอมโพสิทซิงค์ (Composite Sync) ทางขา 1 และ เวอร์ติคัลซิงค์ (Vertical Sync) ทางขา 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ให้สัญญาณ ออก/อีเวนฟิลด์ (Odd/Even field) ทางขา 7
- ให้สัญญาณ Burst gate/Back porch ทางขา 5
- อัตราการสแกนในแนวราบประมาณ 150 กิโลเฮิรตซ์
- สามารถใช้ได้กับสัญญาณวิดีโอที่ไม่เป็นมาตรฐานได้ เช่น สัญญาณจากวีดีโอเกมส์

### Connection Diagram



รูปที่ 2.6 แสดงเอาต์พุตของ LM1881

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 การใช้ไทม์เมอร์/เคาท์เตอร์ (Timer/Counter) ใน ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 มี รีจิสเตอร์ไทม์เมอร์/เคาท์เตอร์ ขนาด 16 บิต อยู่ 2 ตัว คือ ไทม์เมอร์ศูนย์ และ ไทม์เมอร์หนึ่ง ส่วน 8052 จะมีไทม์เมอร์สองเพิ่มมาอีกตัวโดย ไทม์เมอร์ทุกตัวจะเป็น รีจิสเตอร์อยู่ในหน่วยความจำในส่วนรีจิสเตอร์พิเศษ (Special Function Register : SFRs) โดยในโหมดการทำงานแบบไทม์เมอร์ รีจิสเตอร์ T0,T1 หรือ T2 จะถูกเพิ่มค่าทุกๆเมกซ์ซินไซเคิล (มีความถี่ 1/12 เท่าของความถี่ออสซิลเลเตอร์) ส่วนในโหมดการทำงานแบบเคาท์เตอร์ รีจิสเตอร์ จะถูกเพิ่มค่าเมื่อมีการเปลี่ยนลอจิกจาก 1 เป็น 0 ที่ขา T0, T1 หรือ T2 การตรวจสอบการเปลี่ยนลอจิก จาก 1 เป็น 0 ใน โหมดเคาท์เตอร์จะใช้เวลา 2 เมกซ์ซินไซเคิล เพราะฉะนั้นความถี่ในการนับสูงสุดจะอยู่ที่ 1/24 เท่าของความถี่ออสซิลเลเตอร์ และเพื่อให้มั่นใจว่าการเปลี่ยนลอจิก จะถูกตรวจพบ จึงต้องคงค่าไว้อย่างน้อย 1 เมกซ์ซินไซเคิล

การเลือกว่า ไทม์เมอร์ศูนย์ และ ไทม์เมอร์หนึ่ง จะทำงานเป็น ไทม์เมอร์ หรือ เคาท์เตอร์ จะทำที่รีจิสเตอร์ TMOD (อยู่ใน SFRs) โดยการเปลี่ยนค่าลอจิกของบิต C/T 4 บิตต่างเป็นของ ไทม์เมอร์ศูนย์ และ 4 บิตบนเป็นของไทม์เมอร์หนึ่ง และยังสามารถเลือกโหมดของการทำงานได้ 4 โหมด โดยการเปลี่ยนลอจิกของ บิต M0,M1 โดยโหมดของการทำงานมีดังนี้

โหมด 0 (Timer/Counter 13 bits) จะใช้ 5 บิตล่าง และใช้ 8 บิตบน ในการเก็บค่านับ เมื่อนับจนรีจิสเตอร์ TL และ TH เต็ม (ทุกบิตมีค่าลอจิกเป็น 1) จะทำให้ บิตการอินเตอร์รัปปี ของไทม์เมอร์ (TF0,TF1) ถูกเซตเป็นลอจิก 1 และเกิดการอินเตอร์รัปปีไมโครคอนโทรลเลอร์ ในโหมดนี้ไทม์เมอร์จะถูกควบคุมให้ เริ่ม/หยุดนับได้ ทั้งจากภายใน (โดยการเซตบิต TR0,TR1 ของ รีจิสเตอร์ TCON) และจากภายนอก (รับสัญญาณอินพุตที่ขา  $\overline{INT0}$ ,  $\overline{INT1}$ ) ด้วยการเซตค่า บิต เกท (GATE) ของรีจิสเตอร์ TMOD ถ้าบิตเกทเป็น 0 จะควบคุมให้ ไทม์เมอร์เริ่ม/หยุดนับด้วย ลอจิกของบิต TR0,TR1 แต่ถ้าบิตเกทเป็น 1 จะควบคุมได้ทั้งจาก บิต TR0,TR1 และจากสัญญาณ อินพุตที่ขา  $\overline{INT0}$   $\overline{INT1}$

โหมด 1 (Timer/Counter 16 bits) จะเหมือนกับโหมด 0 แต่จะมี รีจิสเตอร์ ขนาด 16 บิต เก็บค่าในการนับ ดังนั้นการใช้งานจะต้องมีการเซตค่าเริ่มต้นลงไปที่รีจิสเตอร์ TL, TH เมื่อ มีการใช้งาน TL,TH จะถูกเพิ่มค่าไปเรื่อยๆ จนเต็ม แล้วจะเกิดการอินเตอร์รัปปี

โหมด 2 (8 bit Auto Reload) จะใช้แค่ TL0, TL1 เท่านั้นในการนับ เนื่องจาก TH0, TH1 จะถูกใช้ในการเก็บค่าเริ่มต้นในการนับ และค่านับจะใช้ไหลคเข้าสู่ TL0, TL1 โดย อัตโนมติ เมื่อมีการนับจนรีจิสเตอร์ TL0, TL1 เต็ม และเกิดการอินเตอร์รัปปี

โหมด 3 (2x8 bits Timer) จะมีเพียงไทม์เมอร์ 0 เท่านั้นที่สามารถทำงานในโหมดนี้ได้ โดย TLO, TH0 จะทำงานแยกกันเป็นไทม์เมอร์ 8 บิต 2 ตัว TLO จะถูกใช้ในโหมด ไทม์เมอร์หรือเคาท์เตอร์ ก็ได้ ส่วน TH0 จะเป็นได้เฉพาะไทม์เมอร์เท่านั้น และจะสั่ง TH0 ให้เริ่ม/หยุดนับด้วย TR1 เมื่อ TH0 นับจนครบแล้วจะทำการเซต TF1 แทน ส่วน TLO จะใช้ GATE,  $\overline{\text{INTO}}$ , TR0, TFO ตามปกติ ส่วนไทม์เมอร์ 1 ยังจะสามารถใช้งานได้ (งานที่ไม่ต้องมีการอินเตอร์รัปป์) โดยการเซตให้ ไทม์เมอร์ 1 ทำงานในโหมดอื่น และเวลาจะให้หยุดนับก็ทำการเซตให้ทำงานในโหมด 3

ส่วนการเลือกให้ไทม์เมอร์ 2 ทำงานในโหมดไทม์เมอร์ หรือ เคาท์เตอร์นั้น ทำได้โดยการเซตบิต C/T2 (บิตของรีจิสเตอร์ T2CON ใน SFRs) ไทม์เมอร์ 2 นี้ มีการทำงานอยู่ 3 โหมด ดังนี้

โหมดแคปเจอร์ (Capture Mode) ในโหมดนี้มีการทำงานได้ 2 แบบ เลือกโดยการเซตบิต EXEN2 (บิตของรีจิสเตอร์ T2CON) ถ้าบิต EXEN2 เป็นลอจิก 0 ไทม์เมอร์ 2 ก็จะเป็นไทม์เมอร์/เคาท์เตอร์ ขนาด 16 บิตปกติ คือเมื่อมีการนับจนเต็มก็จะมีเซตบิต TF2 และเกิดการอินเตอร์รัปป์ แต่ถ้าบิต EXEN2 เป็น ลอจิก 1 จะมีคุณสมบัติพิเศษเพิ่มขึ้นมาคือ ถ้ามีการเปลี่ยนลอจิกจาก 1 เป็น 0 ที่ขา T2EX จะมีการ นำค่าปัจจุบันของ TL2 ไปเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ RCAP2L และค่าปัจจุบันของ TH2 จะถูกนำไปเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ RCAP2H และมีการเซตบิต EXF2 และเกิดการอินเตอร์รัปป์ โดยมีอินเตอร์รัปป์เวกเตอร์ตัวเดียวกันกับการอินเตอร์รัปป์ที่เกิดจากการ เซตบิต TF2

โหมดออโต้รีโหลด (Auto Reload Mode) ในโหมดนี้มีการทำงานได้ 2 แบบ เลือกโดยการเซต บิต EXEN2 (บิตของรีจิสเตอร์ T2CON) ถ้าบิต EXEN2 เป็นลอจิก 0 ไทม์เมอร์ 2 ก็จะเป็นไทม์เมอร์/เคาท์เตอร์ เมื่อมีการนับจนเต็มรีจิสเตอร์จะเซตบิต TF2 และเกิดการอินเตอร์รัปป์แล้วจะนำค่าใน RCAP2L และ RCAP2H มาโหลดใส่ TL2 และ TH2 ตามลำดับโดยอัตโนมัติ (โหลดค่าเริ่มต้นการนับใหม่) ส่วนถ้าบิต EXEN2 มี ลอจิก 1 จะมีส่วนที่เพิ่มขึ้นมา คือถ้ามีการเปลี่ยน ลอจิกจาก 1 เป็น 0 ที่ขา T2EX จะทำให้เกิดการโหลดค่าใหม่ได้เลย โดยไม่ต้องรอให้นับครบ และทำการเซตบิต EXF2 เกิดการอินเตอร์รัปป์

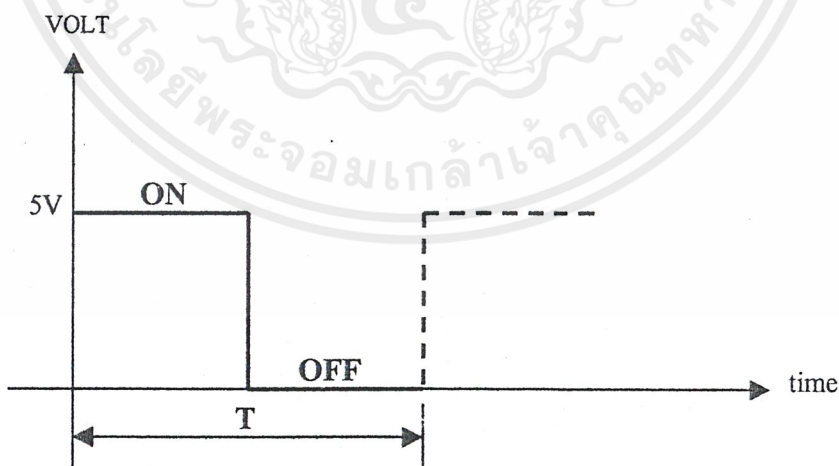
โหมดบอว์ด์เรทเจเนอเรเตอร์ (Baud Rate Generator Mode) จะใช้คุณสมบัติออโต้รีโหลด ของไทม์เมอร์ 2 ไปสร้างจังหวะการส่งข้อมูลแบบอนุกรม (Baud Rate)

ในโครงการชิ้นนี้จะนำส่วนเคาท์เตอร์ ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51 ไปใช้ในการนับจำนวนเฟรมของสัญญาณวีดีโอ และนับจำนวนเส้นของภาพ เพื่อที่จะทำการดึงข้อมูลที่ได้จาก

ตัวเปรียบเทียบระดับแรงดัน ได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ แล้วจะนำข้อมูลที่ได้นั้น จุดต่างๆ มาประมวลผล ได้ทิศทางและระดับความสูงของบอลูนในขณะนั้น ไปใช้ในการควบคุมต่อไป

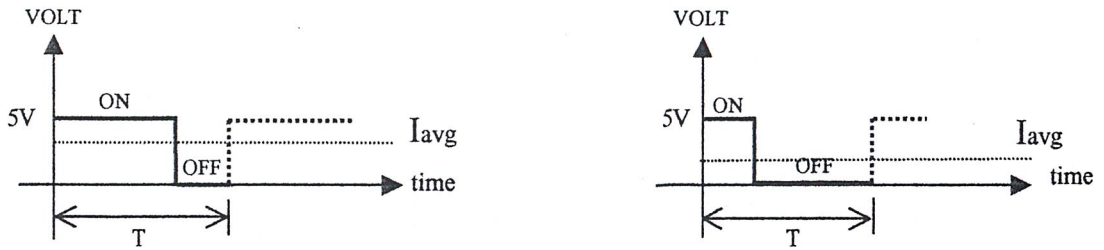
## 2.4 วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์

เนื่องจากโครงการนี้มีความต้องการ ขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรง ใน 2 ทิศทาง คือทิสทวนเข็มนาฬิกา และตามเข็มนาฬิกา วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์จะรับสัญญาณควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ 2 บิต โดยบิตหนึ่งทำหน้าที่ควบคุมการ เปิด/ปิดมอเตอร์ อีกบิตหนึ่งทำหน้าที่ควบคุมทิศทางการหมุน เราจะทำการควบคุมมอเตอร์โดยใช้หลักการของ พัลส์วิดธ์โมดูเลชัน หลักการนี้เป็นการควบคุมกระแสที่จ่ายให้มอเตอร์ โดยการจ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์เป็นช่วงๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.7 กระแสไฟที่มอเตอร์ได้รับจะเป็นค่าเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในช่วง 'ON' ถ้าความถี่ของการเปิด/ปิด คงที่ เราจะสามารถเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ได้โดยทำให้ช่วง 'ON' มีเวลามากขึ้น กระแสเฉลี่ยที่มอเตอร์ได้รับจะมีค่ามากขึ้น และในทางกลับกันถ้าต้องการให้ความเร็วรอบของมอเตอร์ลดลง ก็ให้ลดช่วงเวลาของการ 'ON' ลง ดังแสดงในรูปที่ 2.8 แต่มีข้อพึงระวังในกรณีที่ต้องการความเร็วรอบของมอเตอร์ต่ำๆ ถ้าค่าแรงดันที่ใส่ให้มอเตอร์มีค่าน้อยเกินกว่าความต้านทานการเริ่มต้นการหมุนของมอเตอร์ จะทำให้มอเตอร์ไม่สามารถหมุนได้



รูปที่ 2.7 แสดงการจ่ายแรงดันให้มอเตอร์เป็นช่วงๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

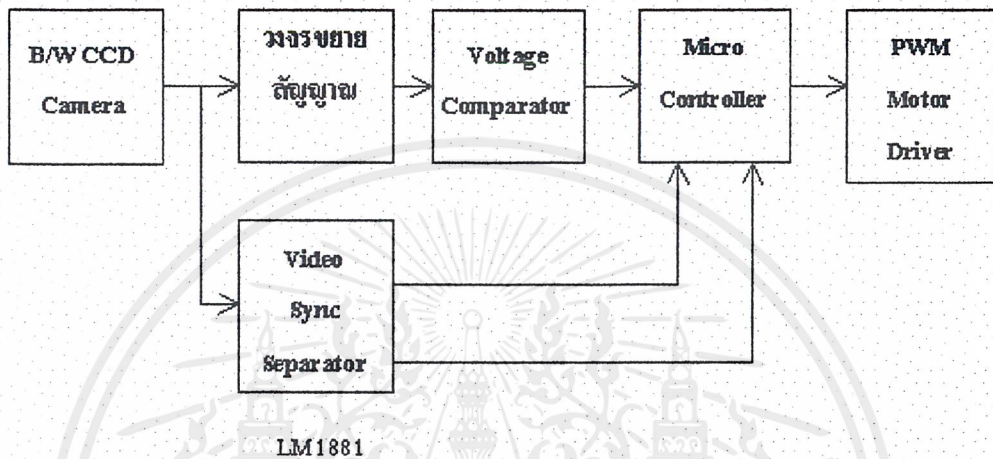


รูปที่ 2.8 แสดงค่ากระแสเฉลี่ยที่ป้อนเข้ามอเตอร์เมื่อมีช่วงการเปิด/ปิดต่างกัน

ในปัจจุบันมีวงจรการขับเคลื่อนมอเตอร์อยู่หลายรูปแบบด้วยกัน สำหรับโครงการนี้ได้ใช้ทรานซิสเตอร์และรีเลย์ ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ ซึ่งเป็นวงจรที่เข้าใจง่าย ไม่ซับซ้อน และใช้อุปกรณ์ประกอบน้อย เนื่องจากระบบของเราเป็นระบบขนาดใหญ่ ไม่ต้องการความถี่ในการสวิตช์มากนัก และเราไม่ต้องการให้มีวงจรขนาดใหญ่ เพราะจะต้องนำวงจรขึ้นไปกับตัวบอลูนด้วย

### บทที่ 3

#### หลักการออกแบบและการทำงานของวงจร



รูปที่ 3.1 แสดงองค์ประกอบทั้งหมดในส่วนของวงจรการทำงาน

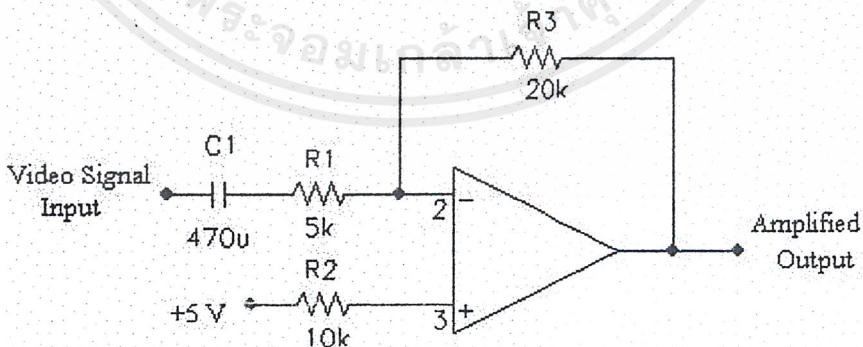
โครงการงานชิ้นนี้ใช้กล้องวิดีโอในการตรวจจับเส้นทางสีดำบนพื้นขาว เมื่อกล้องฉายภาพลงมาที่พื้น จะได้รับภาพเส้นทางสีดำบนพื้น ภาพสัญญาณนี้จะถูกส่งไปยังวงจรขยายสัญญาณ เพื่อขยายสัญญาณจากกล้องวิดีโอ เพื่อเปรียบเทียบสัญญาณวิดีโอกับแรงดันอ้างอิงเพื่อแยกแยะว่าที่ตำแหน่งใดๆ ของภาพมีสีดำหรือขาว และสัญญาณจากกล้องนี้ยังถูกส่งไปที่ LM1881 เพื่อแยกสัญญาณซิงค์ไปใช้งานอีกด้วย เราใช้สัญญาณจากขาออก/อินเวิน (ตัวนับอินเวินฟิลต์) ในการนับเฟรมภาพ เนื่องจากเราไม่จำเป็นต้องเก็บข้อมูลในทุกๆ เฟรมภาพ เพราะบอลลูกเคลื่อนที่ได้ช้า ภาพที่ได้จากกล้องวิดีโอจึงไม่เปลี่ยนแปลงเร็วนัก เราจึงเลือกเก็บข้อมูลเป็นระยะ ซึ่งสามารถกำหนดได้โดยใช้การเปลี่ยนแปลงขอบข้างของ ขาสัญญาณออก/อินเวิน เป็นตัวส่งสัญญาณไปกระตุ้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ ต่อจากนั้นเราใช้สัญญาณคอมโพสิทซิงค์ เป็นตัวนับเส้นในเฟรมนั้นโดยเราอาจกำหนดให้นับเส้นที่เท่าไรก็ได้ขึ้นกับการออกแบบโปรแกรม แต่ต้องไม่นับเส้นที่ชิดขอบบนเกินไป เพราะสัญญาณที่ได้ อาจเป็นสัญญาณที่บอกการเปลี่ยนหน้าจอ ไม่ใช่ข้อมูลจริง จากนั้นเราจะวนอ่านข้อมูลบนเส้นนั้น จากความเร็วของไมโครคอนโทรลเลอร์ เราจะอ่านค่าได้ 29 จุด แต่เพื่อให้แน่ใจว่าแต่ละจุดที่อ่านได้เป็นข้อมูลจริง จึงใช้จุดที่ 4-27 ในการนำไปประมวลผล โดยเราจะเก็บค่าความกว้างของพื้นซีกซ้าย, ความกว้างของเส้นดำ และความกว้างของพื้นซีกขวา ที่รีจิสเตอร์ R1, R2

และ R3 ตามลำดับ โดยเราจะกำหนดว่าความกว้างของเส้นดำที่บอลลูกบินอยู่ในระดับที่ต้องการ  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิฉะนั้นผู้ให้พิมพ์และเผยแพร่เอกสารนี้เป็นการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้กว้าง 10 จุด ดังนั้นความกว้างของพื้น 2 ข้างจะกว้างด้านละ 7 จุด เมื่อค่าในรีจิสเตอร์เปลี่ยนแปลงไปจากค่านี้ก็จะนำไปหาความแตกต่างเพื่อนำค่าที่ได้ส่งไปยังวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ เพื่อควบคุมให้มอเตอร์ ซึ่งคิดไบพอลปรับให้บอลูนบินไปตามเส้นทางที่กำหนดได้อย่างถูกต้อง ในการนี้เราจะใช้มอเตอร์คิดที่ปีกซ้าย-ขวา ในการควบคุมการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าและการถอยซ้าย-ขวา และใช้มอเตอร์อีก 1 ตัว คัดข้างใต้บอลูนเพื่อควบคุมการขึ้น-ลงของบอลูน และควบคุมระดับความสูงให้ได้ตามต้องการ

### 3.1 การออกแบบวงจรขยายสัญญาณ

สัญญาณที่ได้จากกล้องวิดีโอเป็นสัญญาณอนาล็อกที่มีขนาดของสัญญาณต่ำ และแปรตามสีของภาพที่เห็น ก่อนนำสัญญาณไปใช้งานจำเป็นต้องมีการขยายสัญญาณเสียก่อน ในโครงการนี้ได้ใช้ออปแอมป์ เบอร์ แอลเอฟ347 (LF347) เป็นตัวขยายสัญญาณ โดยจะนำสัญญาณภาพที่ได้ไปผ่านตัวเก็บประจุ เพื่อแยกองค์ประกอบของสัญญาณไฟกระแสตรงออกจากสัญญาณวิดีโอ จากนั้นจะนำสัญญาณไปผ่านความต้านทาน 5 กิโลโอห์ม เข้าสู่ขาอินพุตของออปแอมป์ซึ่งมีค่าความต้านทานป้อนกลับขนาด 20 กิโลโอห์ม ดังนั้นจะมีการขยายสัญญาณเท่ากับ 4 เท่า ( $20k/5k$ ) และเนื่องจากโครงการถูกออกแบบมาให้ใช้กับแหล่งจ่ายไฟขนาด 5 หรือ 12 โวลต์เท่านั้น จึงต่อขาแรงดันลบของ แอลเอฟ347 ลงกราวด์ เพื่อไม่ให้แรงดันเอาท์พุท มีค่าติดลบจึงทำการป้อนแรงดัน 5 โวลต์เข้าขาบวกของออปแอมป์ ผ่านความต้านทาน 10 กิโลโอห์ม ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงการต่อวงจรขยายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่ได้จากกล้องวิดีโอจะมีค่าแรงดันอยู่ในช่วง  $-0.5$  ถึง  $0.5$  โวลต์ ในช่วงแรงดันต่ำจะเป็นค่าของสัญญาณเมื่อมองเห็นสีดำ และช่วงแรงดันสูงจะเป็นค่าของสัญญาณเมื่อมองเห็นสีขาว เมื่อผ่านวงจรขยายสัญญาณแล้วจะได้สัญญาณเอาต์พุตเมื่อมองเห็นสีดำ มีค่าสูงกว่าสัญญาณเอาต์พุตเมื่อมองเห็นสีขาว ดังแสดงในสมการ

เมื่อแรงดันอินพุตเท่ากับ  $-0.5$  โวลต์ จะได้แรงดันเอาต์พุตเท่ากับ

$$[(-20/5) \times (-0.5)] + [(20/10) \times 5] = 12 \text{ โวลต์}$$

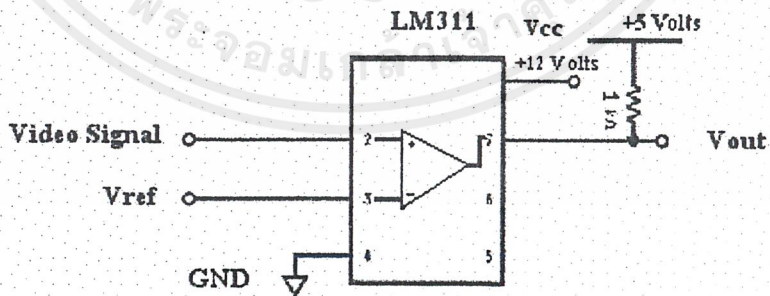
และเมื่อแรงดันอินพุตเท่ากับ  $0.5$  โวลต์ จะได้แรงดันเอาต์พุตเท่ากับ

$$[(-20/5) \times (0.5)] + [(20/10) \times 5] = 8 \text{ โวลต์}$$

สัญญาณที่ได้จะถูกส่งไปยังวงจรเปรียบเทียบระดับแรงดัน เพื่อทำการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอก ไปเป็นสัญญาณดิจิทัลต่อไป

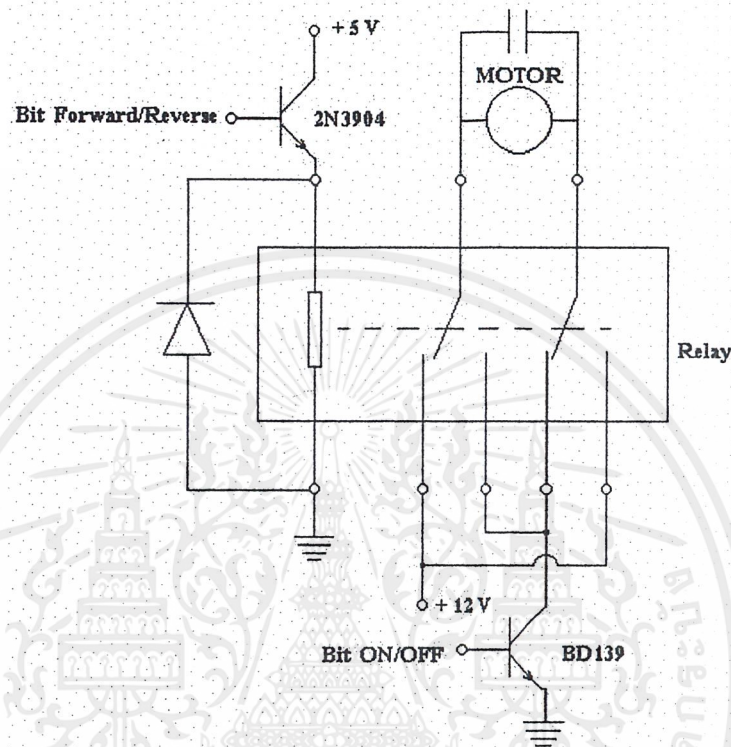
### 3.2 การออกแบบวงจรเปรียบเทียบระดับแรงดัน (Voltage Comparator)

เราจะทำการตั้งค่าระดับแรงดัน เพื่อเป็นตัวอ้างอิงเปรียบเทียบระดับสัญญาณ ถ้าสัญญาณวิดีโอมีค่าแรงดัน สูงกว่า ค่าที่ตั้งไว้ วงจรเปรียบเทียบระดับแรงดันจะให้ค่าเป็น ลอจิก 1 ( $5$  โวลต์) หมายถึงสีดำ ในทางกลับกันถ้าสัญญาณวิดีโอมีค่าแรงดัน ต่ำกว่า ค่าที่ตั้งไว้ วงจรเปรียบเทียบระดับแรงดันจะให้ค่าเป็น ลอจิก 0 ( $0$  โวลต์) หมายถึงสีขาว



รูปที่ 3.3 แสดงไอซี LM311 และการต่อใช้งาน

### 3.3 การออกแบบวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์



รูปที่ 3.4 แสดงการต่อวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์

จากรูปที่ 3.4 การควบคุมให้มอเตอร์เปิด/ปิด ทำได้โดยการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งค่าลอจิกมาควบคุมทรานซิสเตอร์ บีดี139 เมื่อส่งลอจิก 1 (5 โวลท์) จะเป็นการเปิดมอเตอร์จะทำให้มอเตอร์หมุนด้วยแรงดัน 12 โวลท์ และสามารถควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ โดยการควบคุมลอจิกที่จะส่งให้ทรานซิสเตอร์ 2 เอ็น 3904 ซึ่งต่อกับขดลวดของรีเลย์ เมื่อมีกระแสไหลเข้าขดลวดจะทำให้รีเลย์เปลี่ยนหน้าสัมผัส ทำให้แรงดันตกคร่อมมอเตอร์กลับเครื่องหมาย ซึ่งทำให้มอเตอร์หมุนกลับทิศ บิตของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ควบคุมการเปิด/ปิด และควบคุมทิศทาง การหมุนของมอเตอร์ทั้ง 3 ตัวแสดงในตารางที่ 3.1, 3.2, 3.3

จากวงจร ที่ขดลวดของรีเลย์ได้ต่อไดโอดเอาไว้ เพื่อทำหน้าที่เป็นฟรีวิลลิงไดโอด (Free Wheeling Diode) ช่วยให้มีการไหลของกระแสครบวงจร ถ้าไม่ใส่ไดโอด เมื่อมีการเปิดวงจรที่ ทรานซิสเตอร์ 2 เอ็น 3904 จะทำให้กระชุกไหล เกิดการเปลี่ยนแปลงกระแสอย่างทันทีทันใด ทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมทรานซิสเตอร์สูงมาก ทำให้เกิดความเสียหายได้ แต่เมื่อทำการติดตั้งไดโอด ขดลวดของรีเลย์ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวเหนี่ยวนำ (Inductor) จะคายกระแสสะสมผ่านทางไดโอด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ ทำให้แรงดันตกคร่อมทรานซิสเตอร์ 2 เอ็น 3904 ไม่สูงเกินไป ช่วยยืดอายุการใช้งานของทรานซิสเตอร์ได้

บิต PA1	บิต PA0	สถานะ	CODE
0	0	STOP	00
0	1	STOP	01H
1	0	FORWARD	02H
1	1	REVERSE	03H

ตารางที่ 3.1 แสดงบิตการควบคุมมอเตอร์ปิกซ้าย

บิต PB1	บิต PB0	สถานะ	CODE
0	0	STOP	00
0	1	STOP	01H
1	0	FORWARD	02H
1	1	REVERSE	03H

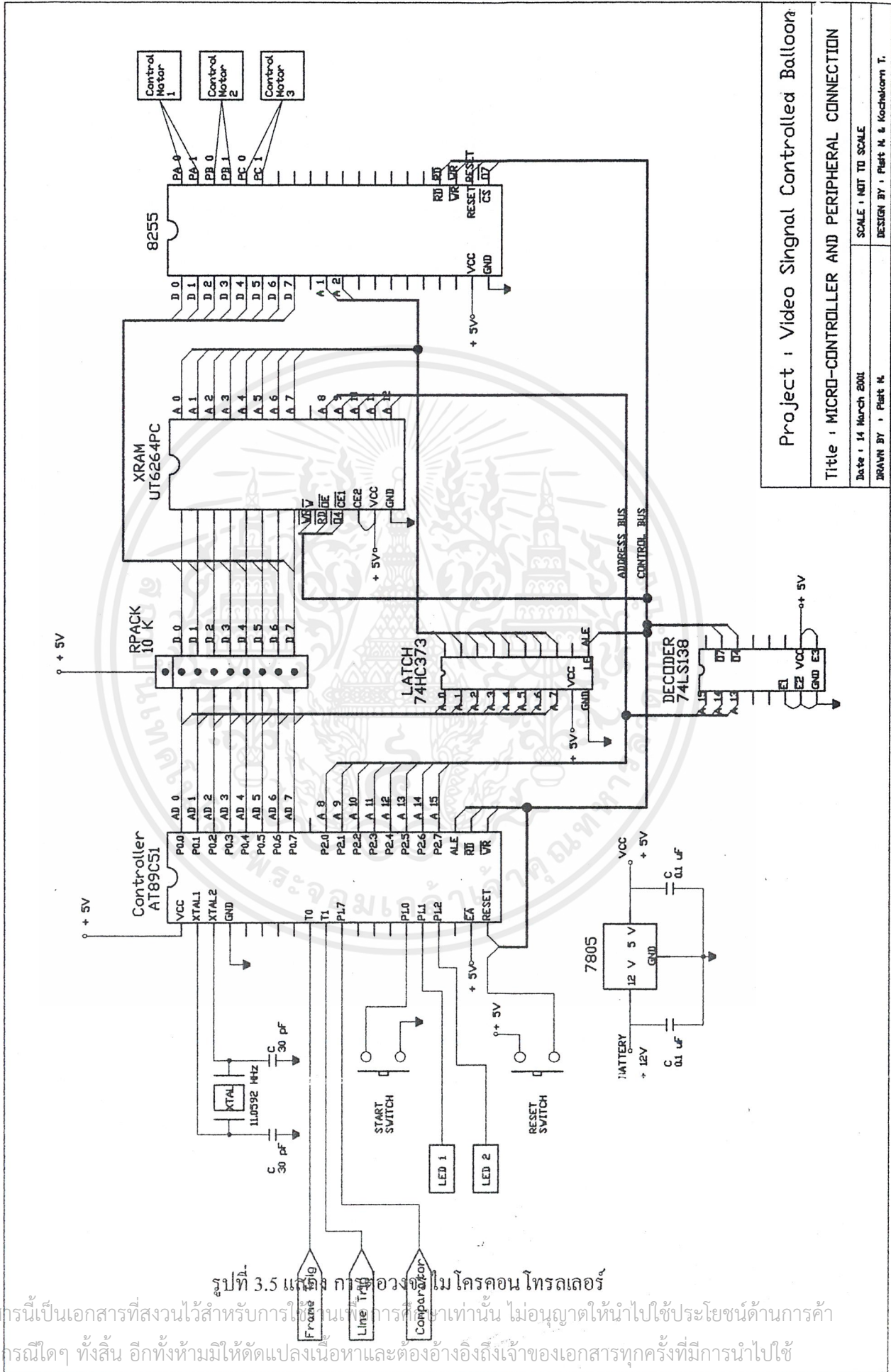
ตารางที่ 3.2 แสดงบิตการควบคุมมอเตอร์ปิกขวา

บิต PC1	บิต PC0	สถานะ	CODE
0	0	STOP	00
0	1	STOP	01H
1	0	FORWARD	02H
1	1	REVERSE	03H

ตารางที่ 3.3 แสดงบิตการควบคุมมอเตอร์ตัวกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

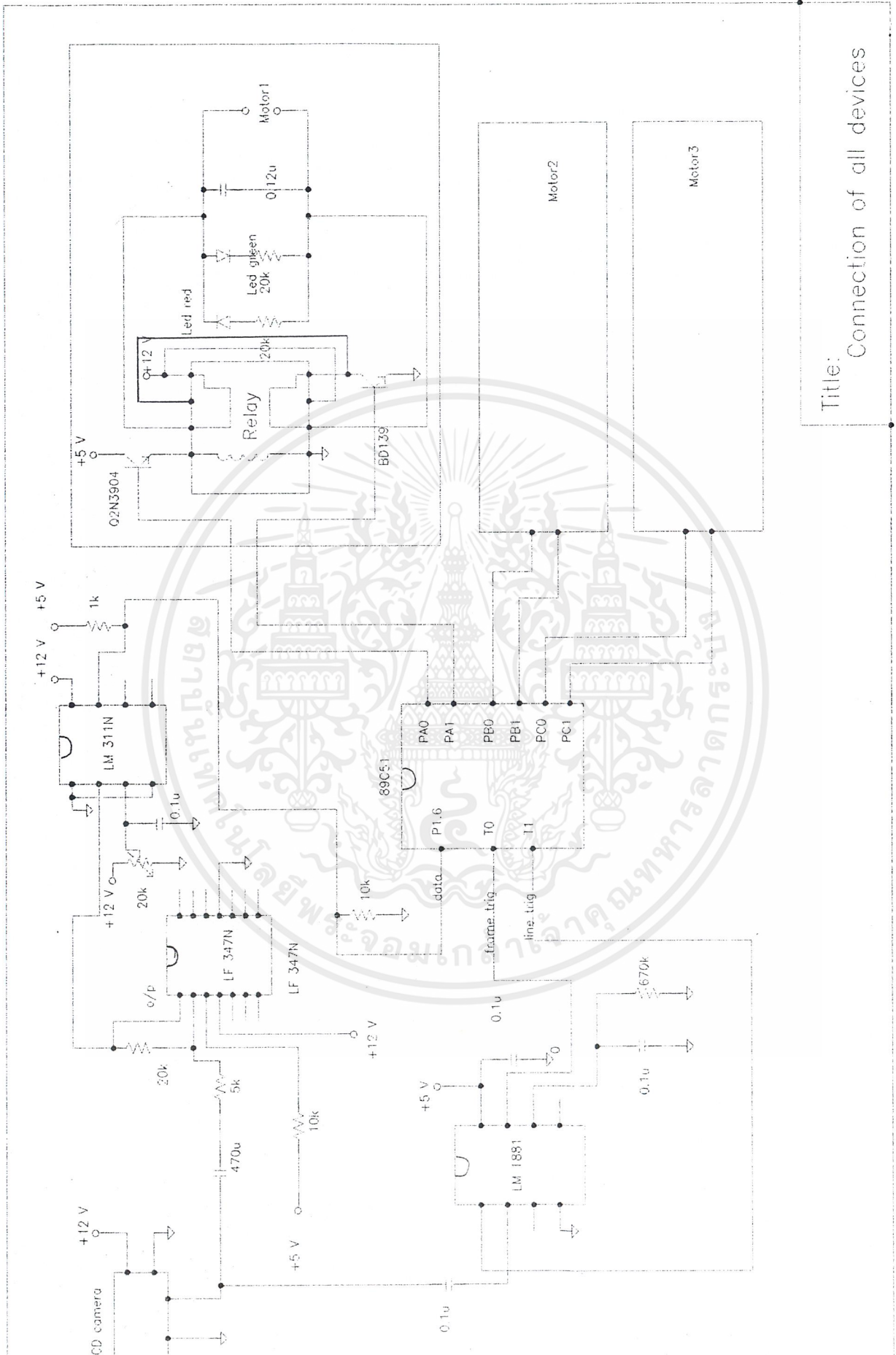
# Controller Connection



Project : Video Singnal Controlled Balloona  
 Title : MICRO-CONTROLLER AND PERIPHERAL CONNECTION  
 Date : 14 March 2001  
 DRAWN BY : Plist N.  
 SCALE : NOT TO SCALE  
 DESIGN BY : Plist N. & Kochakorn T.

รูปที่ 3.5 แสดง การ ต่อของ ไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายใน การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Title: Connection of all devices

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะบุคคลซึ่งมีนามนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 รูปภาพที่ 3.6 แสดง การต่อวงจรทั้งหมดเข้าด้วยกัน  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การออกแบบและการคำนวณขนาดบอลลูน

#### 4.1 การออกแบบตัวบอลลูน

##### ขั้นตอนการออกแบบ

4.1.1. เราจะต้องทราบถึงน้ำหนักของอุปกรณ์ทั้งหมด ที่จะนำไปติดตั้งบนบอลลูน เสียก่อน จึงจะสามารถคำนวณหาขนาดของบอลลูนได้ น้ำหนักของอุปกรณ์ที่ใช้ทั้งหมด ได้แก่ แบตเตอรี่, วงจร, กล้องวิดีโอ และกล้องบรรจุ ซึ่งมีน้ำหนักรวม 1.2 กิโลกรัม และเพื่อความแน่ใจว่าบอลลูนจะสามารถยกตัวลอยขึ้นได้ จึงต้องทำการเผื่อน้ำหนักไว้ จากหลักการออกแบบจะคำนวณหาขนาดของบอลลูนจาก 110% ของน้ำหนักที่ขังได้ ดังนั้นบอลลูนจะต้องสามารถยกน้ำหนักได้อย่างน้อย

$$1.2 \times 1.1 = 1.32 \text{ กิโลกรัม}$$

แต่สำหรับโครงการนี้ได้ใช้ลูกโป่งหลายๆลูก แทนการใช้บอลลูนจริง เนื่องจากเหตุผลด้านราคาค่าสั่งทำตัวบอลลูนและค่าก๊าซที่จะใช้ ดังนั้นบอลลูนจำลองของเราจึงไม่สามารถอัดก๊าซได้เต็ม ในการคำนวณจึงเผื่อน้ำหนักอุปกรณ์ไว้ 3 กิโลกรัม ดังนั้นบอลลูนจะต้องมีแรงยกเท่ากับ  $3 \times 9.81 = 29.43$  นิวตัน

##### 4.1.2. คำนวณหาปริมาตรของบอลลูน จากสมการ

$$F_{\text{lift}} = (\rho_{\text{Air}} - \rho_{\text{He}})gV$$

$$\text{หรือ } F_{\text{lift}} = f_{\text{He}} V$$

เมื่อ  $F_{\text{lift}}$  คือ แรงยกตัวของบอลลูน

$f_{\text{He}}$  คือ แรงยกตัวของก๊าซฮีเลียมในอากาศ ต่อ ก๊าซฮีเลียม 1 ลูกบาศก์เมตร

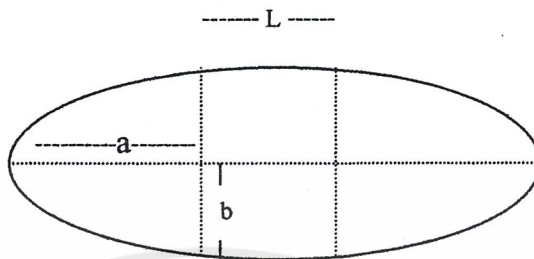
$$f_{\text{He}} = 10.9 \text{ นิวตัน / ลูกบาศก์เมตร}$$

$$F_{\text{lift}} = 10.9 \times V_{\text{balloon}}$$

$$V_{\text{balloon}} = F_{\text{lift}} / 10.9 = 29.43 / 10.9 = 2.7 \text{ ลูกบาศก์เมตร}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 4.1.3. หาความยาวส่วนต่างๆ ของบอลูน



รูปที่ 4.1 แสดงรูปทรงบอลูน

ปริมาตรรวมของบอลูน คือ ปริมาตรของทรงรีที่ปลายทั้งสองข้างบวกกับปริมาตรของทรงกระบอก

$$V_{\text{balloon}} = \frac{4}{3}\pi ab^2 + \pi b^2 L$$

จากการทดลองพบว่า อัตราส่วน  $b:a$  ควรจะเท่ากับ 1:3.27 เพื่อจะให้เกิดแรงเสียดทานต่ำที่สุด และความยาว  $L$  ควรจะเป็น  $2/3$  เท่าของ  $a$

$$V_{\text{balloon}} = \frac{4}{3}\pi a(a/3.27)^2 + \pi (a/3.27)^2 (2a/3)$$

จะได้  $a = 1.66$  เมตร

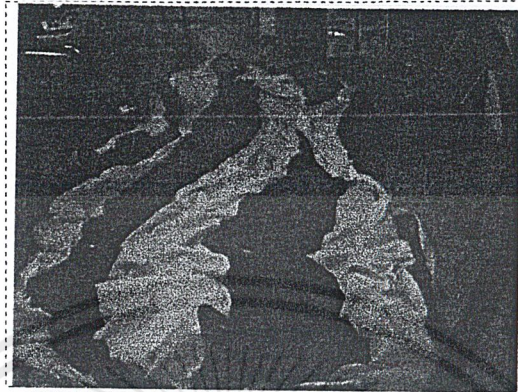
และ  $b = 0.51$  เมตร

และ  $L = 1.11$  เมตร

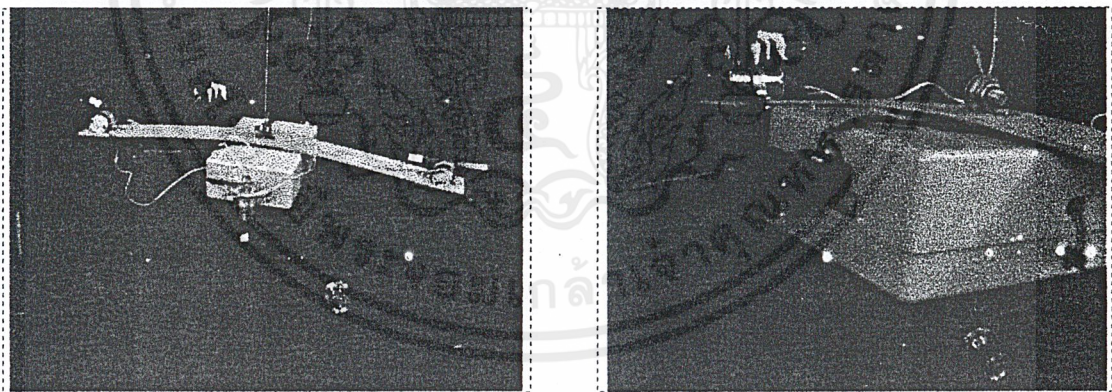
ดังนั้น บอลูนจะมีความยาวรวม  $2a + L = 4.43$  เมตร

และมีความกว้างรวม  $2b = 1.02$  เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงรูปทรงบอลดุนจริงที่ทำจากผ้าและโครงสวด

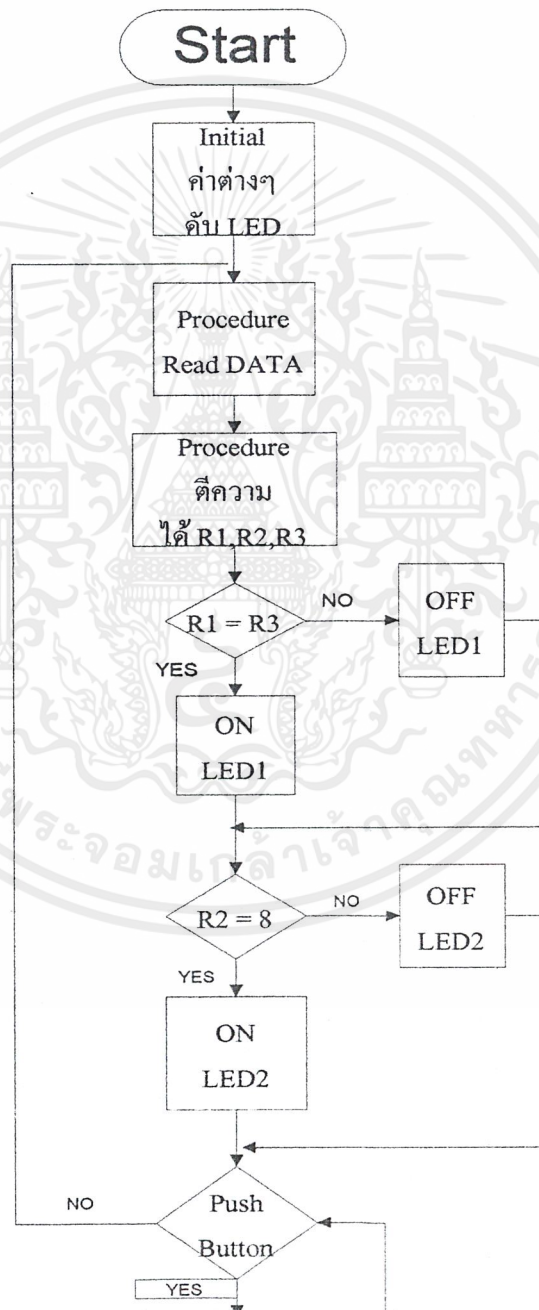


รูปที่ 4.3 แสดงกล่องควบคุมบอลดุนและการติดตั้งกล้องวีดีโอ และใบพัดทั้ง 3 ตัว

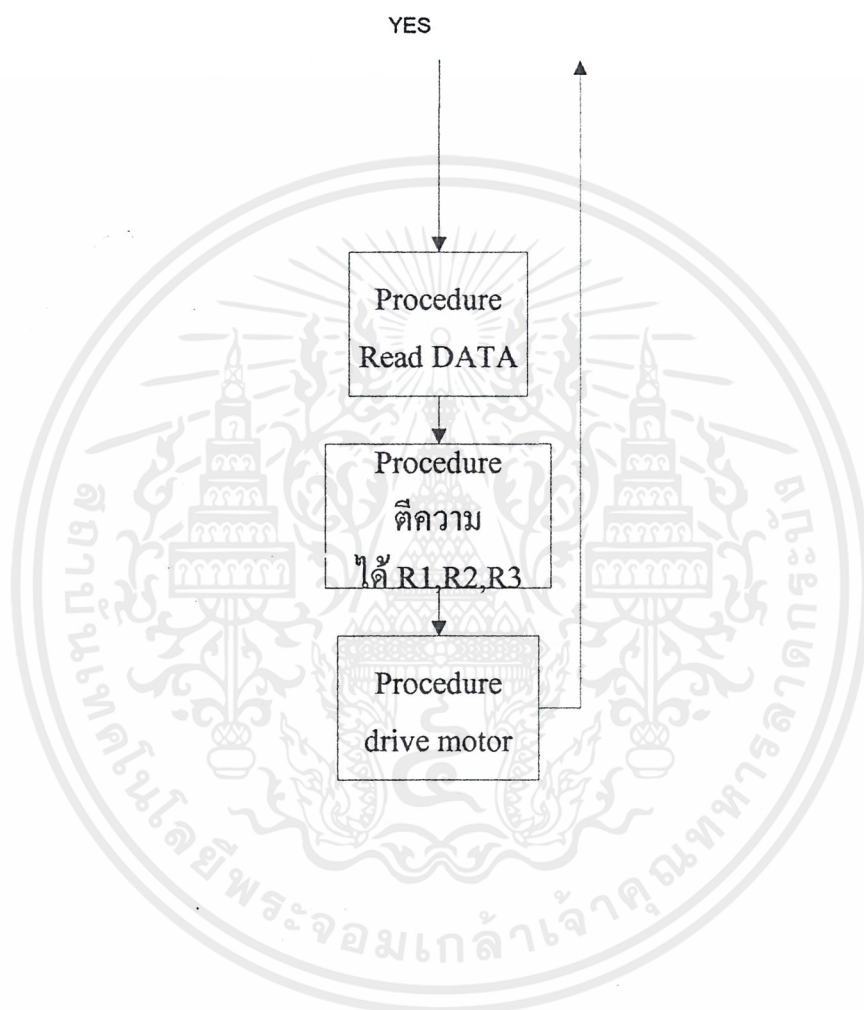
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### กระบวนการทำงานของโปรแกรม

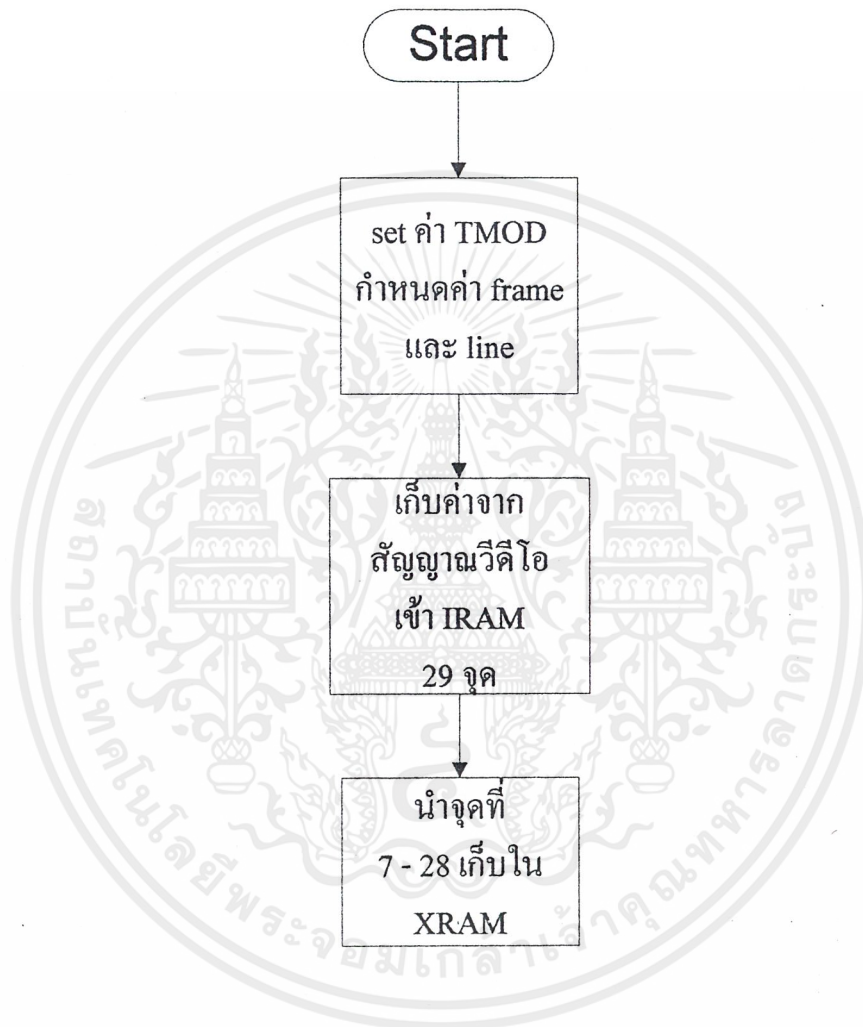


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



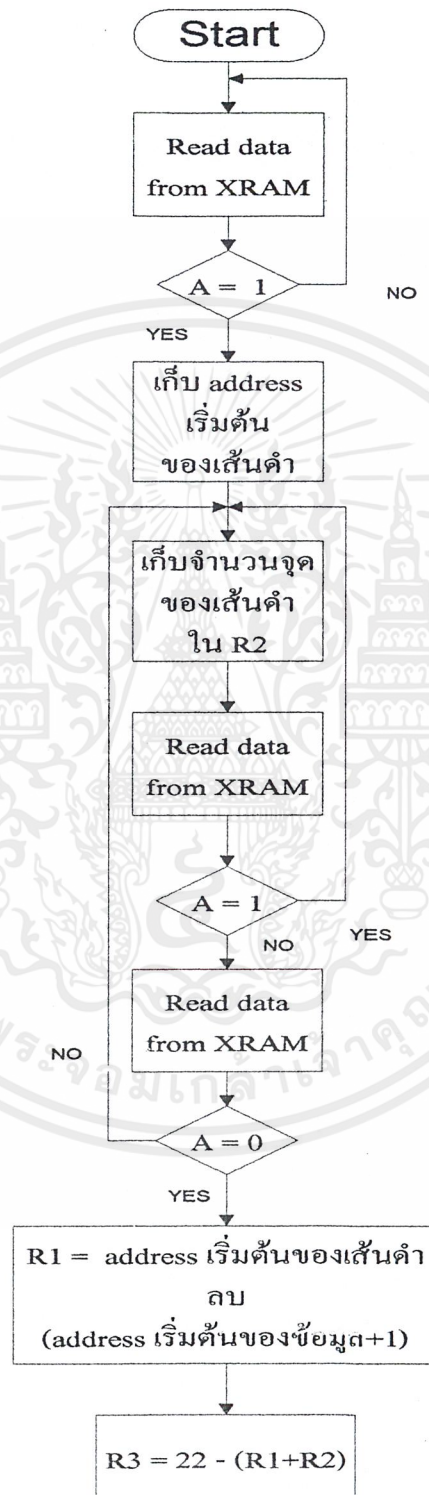
รูปที่ 5.1 แสดงขั้นตอนการทำงานทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



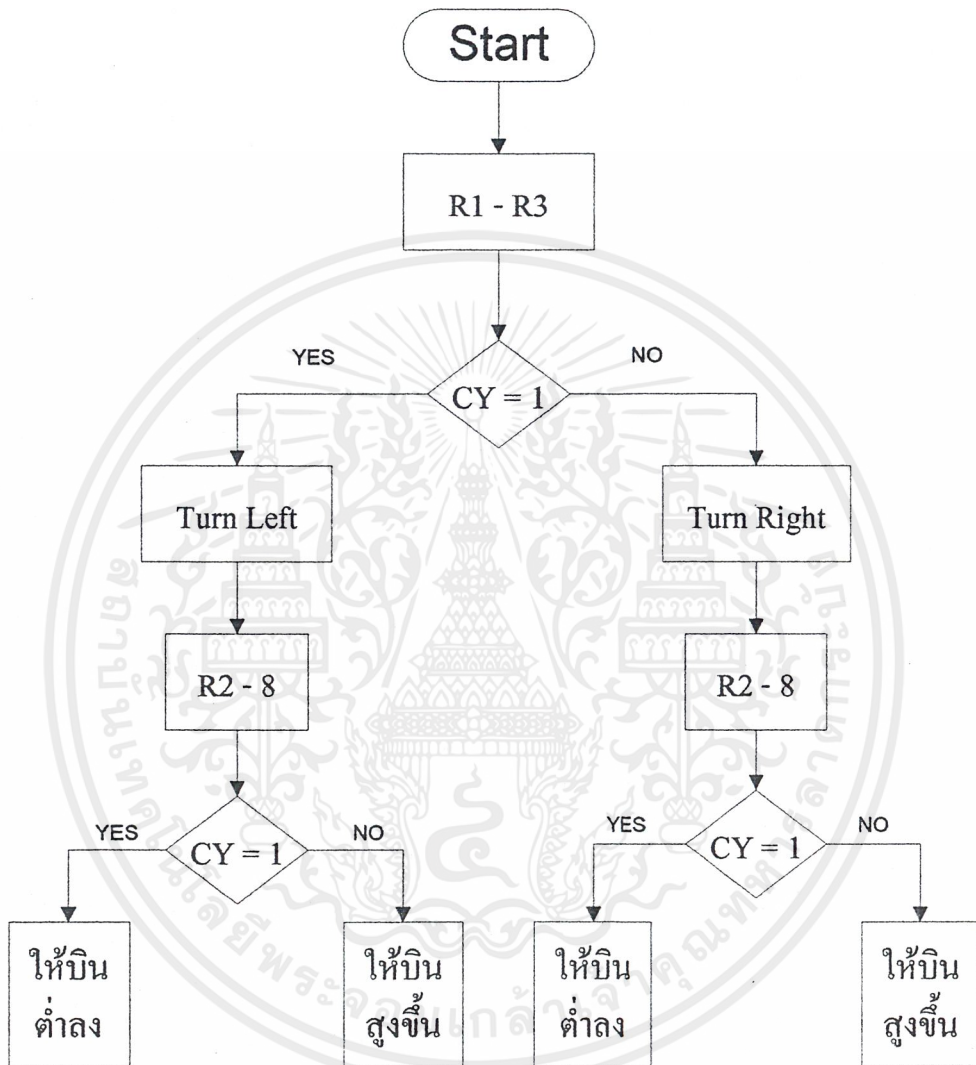
รูปที่ 5.2 แสดงขั้นตอนการเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 แสดงขั้นตอนการตีความนำค่าไปเก็บใน R1, R2, R3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.4 แสดงขั้นตอนการควบคุมมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 6

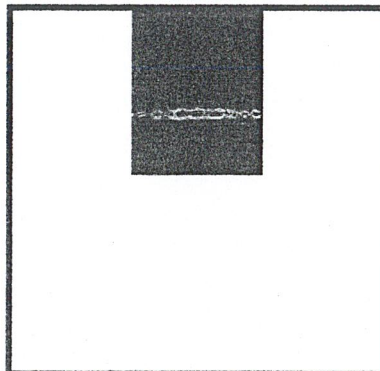
### การทดลองและผลการทดลอง

#### 6.1 การทดลองเพื่อหาช่วงของสัญญาณที่นำมาใช้งาน

เนื่องจากสัญญาณวิดีโอจะมีส่วนต้นข้อมูลคงที่ได้กล่าวมาแล้ว การอ่านค่าข้อมูลต้นเส้น แสกนอาจเกิดการผิดพลาด และในส่วนปลายของข้อมูลก็อาจเกิดความผิดพลาด จึงต้องทำการหาช่วงข้อมูลที่จะนำมาใช้งาน โดยทำการทดลองเก็บข้อมูลจากเส้นทางรูปแบบต่างๆ แล้วนำข้อมูลที่ได้อ่านมาแสดงผลด้วยหลอดไฟแอลอีดี 2 สี โดยหลอดสีแดงจะติดเมื่อข้อมูลมีลอจิกหนึ่ง (จุดสีดำ) และหลอดสีเขียวจะติดเมื่อข้อมูลมีลอจิกศูนย์ (จุดสีขาว) จะได้จำนวนจุดการสุ่มเก็บข้อมูล ดังแสดงในตารางการทดลองที่ 6.1

สัญญาณ ซิงค์ LED RED	ข้อมูลพื้นขาว (ซ้าย) LED GREEN	ข้อมูลเส้นดำ LED RED	ข้อมูลพื้นขาว (ขวา) LED GREEN	สัญญาณซิงค์ LED RED
4	8	3	13	1
3	8	3	13	2
3	8	4	12	2

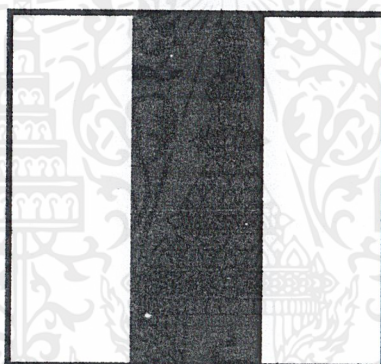
ตารางที่ 6.1.1 แสดงค่าสัญญาณเมื่อกล้องวิดีโอเห็นภาพในรูปที่ 6.1.1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้รูปที่ 6.1.1 แสดงภาพขณะบอลลูกเริ่มต้นบิน อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ ซิงค์ LED RED	ข้อมูลพื้นขาว (ซ้าย) LED GREEN	ข้อมูลเส้น ดำ LED RED	ข้อมูลพื้นขาว (ขวา) LED GREEN	สัญญาณ ซิงค์ LED RED
4	9	7	9	2
3	8	8	8	2
3	8	8	8	2

ตารางที่ 6.1.2 แสดงค่าสัญญาณเมื่อกำลังวิดีโอเห็นภาพในรูปที่ 6.1.2

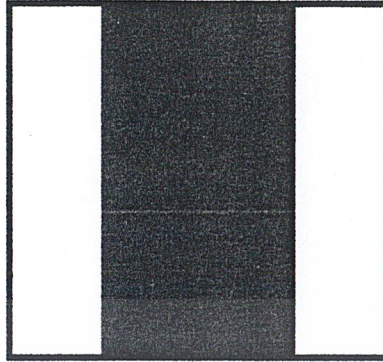


รูปที่ 6.1.2 แสดงภาพขณะบอลรูบบินในระดับปกติ

สัญญาณ ซิงค์ LED RED	ข้อมูลพื้นขาว (ซ้าย) LED GREEN	ข้อมูลเส้น ดำ LED RED	ข้อมูลพื้นขาว (ขวา) LED GREEN	สัญญาณ ซิงค์ LED RED
3	7	11	6	2
4	6	12	6	1
3	7	11	6	2

ตารางที่ 6.1.3 แสดงค่าสัญญาณเมื่อกำลังวิดีโอเห็นภาพในรูปที่ 6.1.3

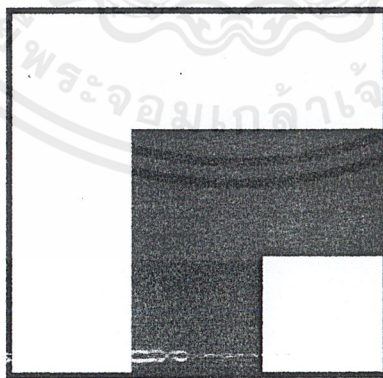
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.1.3 แสดงภาพขณะบอลลูนบินอยู่ในระดับต่ำ

สัญญาณ ซิงค์	ข้อมูลพื้นขาว (ซ้าย)	ข้อมูลเส้น ดำ	ข้อมูลพื้นขาว (ขวา)	สัญญาณ ซิงค์
LED RED	LED GREEN	LED RED	LED GREEN	LED RED
3	7	17	-	2
4	6	17	-	2
3	7	17	-	2

ตารางที่ 6.1.4 แสดงค่าสัญญาณเมื่อกล้องวิดีโอเห็นภาพในรูปที่ 6.1.4



รูปที่ 6.1.4 แสดงภาพขณะบอลลูนทำการเลี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณ ซิงค์	ข้อมูลพื้นขาว (ซ้าย)	ข้อมูลเส้น ดำ	ข้อมูลพื้นขาว (ขวา)	สัญญาณ ซิงค์
LED RED	LED GREEN	LED RED	LED GREEN	LED RED
4	21	-	-	4
4	24	-	-	1
3	24	-	-	2

ตารางที่ 6.1.5 แสดงค่าสัญญาณเมื่อกดองวิทไอเห็นภาพในรูปที่ 6.1.5



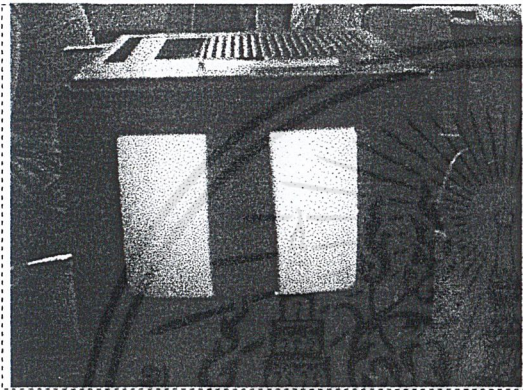
รูปที่ 6.1.5 แสดงภาพขณะบอลลูนเริ่มบินออกนอกเส้นทาง

## 6.2 การทดลองเพื่อตรวจสอบสัญญาณที่ขับเคลื่อนมอเตอร์ตามรูปแบบของเส้นทาง

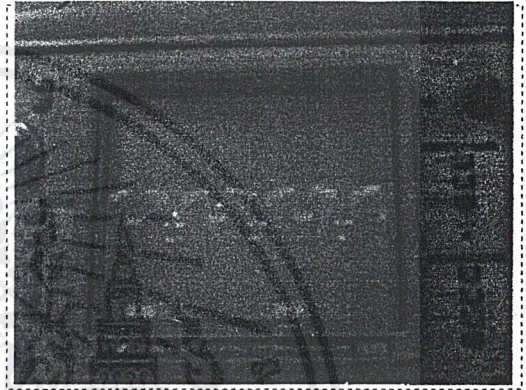
เนื่องจากใช้หลักการของพัลส์วิดท์ โมดูเลชันในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะสร้างสัญญาณพัลส์ที่มีความถี่ต่างกัน เพื่อทำการปรับความเร็วและทิศทางการหมุนของมอเตอร์ทั้ง 3 ตัว โดยมีรูปแบบของสัญญาณที่แปรตามรูปแบบของเส้นทางดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

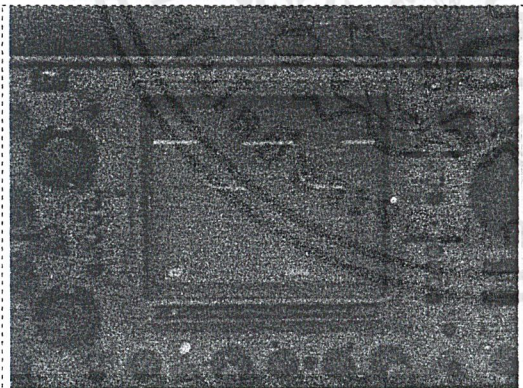
## 6.2.1 สัญญาณที่เกิดขึ้นเมื่อบอลถุนบินตรงเส้นทาง



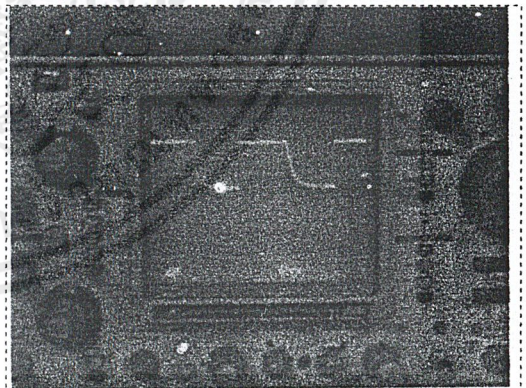
รูปที่ 6.2.1.1 แสดงภาพของเส้นทาง



รูปที่ 6.2.1.2 แสดงภาพของเส้นทางจาก  
สไลด์



รูปที่ 6.2.1.3 แสดงภาพสัญญาณ  
การจับมอเตอร์ซ้าย



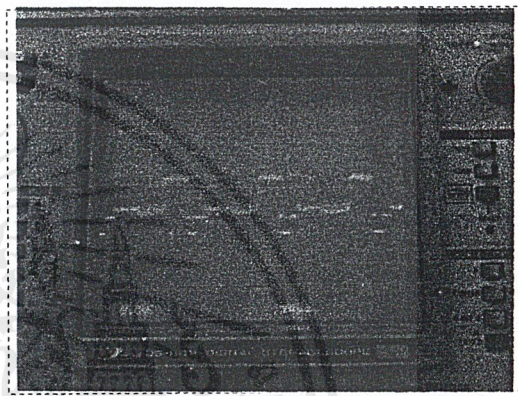
รูปที่ 6.2.1.3 แสดงภาพสัญญาณการจับ  
มอเตอร์ขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.2.2 สัญญาณที่เกิดขึ้นเมื่อบอลถุนบินเดี่ยวซ้าย



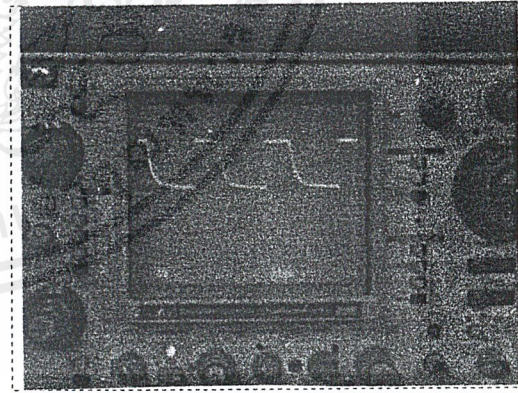
รูปที่ 6.2.2.1 แสดงภาพของเส้นทาง



รูปที่ 6.2.2.2 แสดงภาพของเส้นทางจาก  
สโตร์



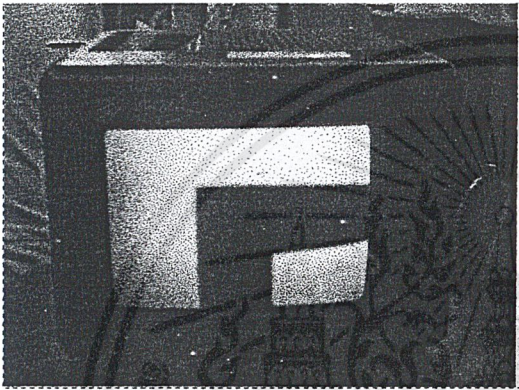
รูปที่ 6.2.2.3 แสดงภาพสัญญาณ  
การจับมอเตอร์ซ้าย



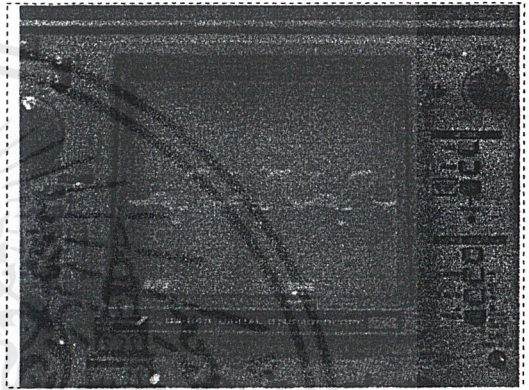
รูปที่ 6.2.2.4 แสดงภาพสัญญาณการจับ  
มอเตอร์ขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

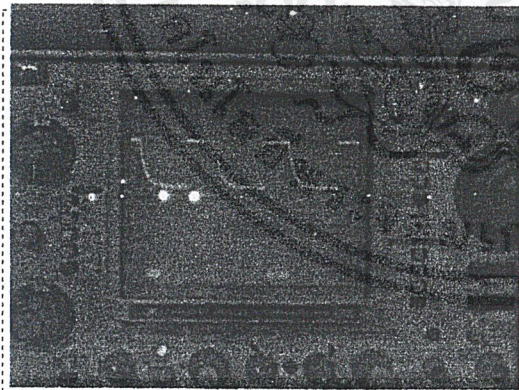
### 6.2.3 สัญญาณที่เกิดขึ้นเมื่อบอลถุนบินเดี่ยวขวา



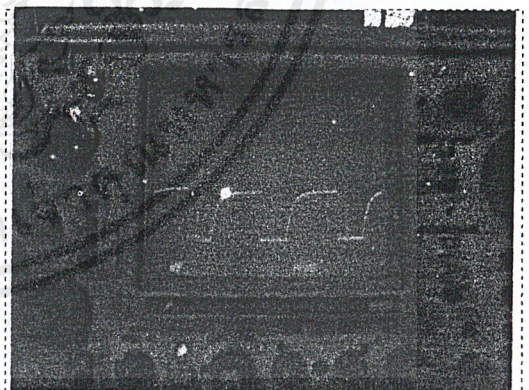
รูปที่ 6.2.3.1 แสดงภาพของเส้นทาง



รูปที่ 6.2.3.2 แสดงภาพของเส้นทางจาก  
สโคป



รูปที่ 6.2.3.3 แสดงภาพสัญญาณ  
การจับมอเตอร์ซ้าย



รูปที่ 6.2.3.4 แสดงภาพสัญญาณการจับ  
มอเตอร์ขวา

**หมายเหตุ** ในโปรแกรมการเดี่ยว สัญญาณพัลส์ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ขวาและมอเตอร์ซ้ายจะมี  
ความถี่เดียวกัน แต่มีทิศทางการหมุนตรงกันข้าม  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 7

### บทวิจารณ์และสรุปผลการทดลอง

#### 7.1 บทวิจารณ์

เนื่องจากแหล่งกำเนิดสัญญาณของวงจร เป็นกล้องวีดิโอซึ่งมีความถี่สูง จึงมีผลอย่างมากต่อการเลือกใช้อุปกรณ์ในการทำวงจร ทั้งยังต้องคำนึงถึงน้ำหนักของอุปกรณ์ด้วย เพราะเราต้องนำอุปกรณ์ทั้งหมดขึ้นบนบอลลูน ในการทำงานได้ประสบกับปัญหาต่างๆ ตั้งแต่การออกแบบวงจรให้สามารถรองรับสัญญาณที่มีความถี่สูงได้ และยังคงทำการศึกษาารูปสัญญาณวีดิโอที่มีความถี่สูงอ่านค่าจากสโคปได้ยาก นอกจากนี้การควบคุมบอลลูนต้องทำการควบคุมทั้งการเดินหน้า การเลี้ยว และระดับความสูง ซึ่งเป็นการเคลื่อนที่ใน 3 มิติ นี่คือนปัญหาที่สำคัญ เนื่องจากมีไมโครโปรเซสเซอร์เพียงตัวเดียว ไม่สามารถส่งค่าควบคุมมอเตอร์ได้พร้อมกันทั้ง 3 ตัว จึงต้องอาศัยการเขียนโปรแกรมและอาศัยข้อดีของขนาดบอลลูนที่มีขนาดใหญ่ มีค่าคงที่เวลา (Time constant) สูง ควบคุมได้ง่าย

ในการทำการทดลองไม่สามารถทดลองกับบอลลูนของจริงได้ เพราะบอลลูนมีราคาสูงมากทางผู้จัดทำจึงได้ออกแบบจำลองการบิน โดยใช้การจำลองเป็นแบบโมบาย ให้บอลลูนสามารถเคลื่อนที่ได้อิสระใน 3 มิติ แต่การจำลองแบบโมบายนี้จะมีปัญหาเนื่องจากได้ออกแบบวงจรและเขียนโปรแกรมให้เหมาะกับการควบคุมที่มีค่าคงที่เวลาสูง เมื่อนำมาใช้กับแบบจำลองนี้จึงทำให้การควบคุมการเคลื่อนที่เป็นไปได้ยาก และจากวัสดุที่ใช้ทำโมบายต้องทนแรงดึงได้อย่างน้อย 6 กิโลกรัม จึงเลือกใช้ลวดสลิงกับท่ออีเอ็มที (EMT)  $\frac{1}{2}$  นิ้ว ในการทำแบบจำลอง ลวดสลิงมีข้อดีที่รับแรงดึงได้มาก แต่ก็ยังมีข้อเสียตรงที่เกิดการบิดได้ง่าย เมื่อมีการขับเคลื่อนมอเตอร์ให้เลี้ยวจะเกิดการหมุนและเสียทรงตัว บอลลูนจะบินออกนอกเส้นทางไป

จากผลดังกล่าวทางผู้จัดทำได้ทดลองอ่านค่าสัญญาณจากกล้องวีดิโอ โดยใช้การกำหนดรูปแบบเส้นทางเดินเป็นกรณีต่างๆ เพื่อแสดงว่าวงจรนี้สามารถรับค่าสัญญาณจากกล้องวีดิโอแล้วนำมาประมวลผลได้จริง แบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 5 กรณีดังนี้

1. กรณีที่เห็นเส้นทางแค่ครึ่งบน เพื่อเป็นการแสดงว่าเราสามารถอ่านค่าสัญญาณจากเส้นที่ 150 ซึ่งอยู่ค่อนไปทางด้านบนของภาพ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 6.1.1 ค่าที่อยู่ในตารางช่องที่ 2 3 และ 4 เป็นค่าความกว้างของพื้นขาวด้านซ้าย, เส้นดำและพื้นขาวด้านขวา ตามลำดับ
2. กรณีที่เห็นเส้นทางในระดับปกติ ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 6.1.2
3. กรณีที่เห็นเส้นทางใหญ่กว่าปกติ หมายความว่าบอลลูนบินอยู่ในระดับต่ำเกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ทางออนไลน์ซึ่งสนับสนุนโดยคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศน์ จังหวัดบุรีรัมย์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กรณีที่เห็นเส้นทางเลี้ยวขวา บอลถุนจะเห็นค่าพื้นขาวด้านซ้าย และเส้นดำเท่านั้น ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 6.1.4

5. กรณีที่เห็นเส้นทางแค่ครึ่งล่าง เราจะเก็บค่าได้แค่พื้นขาว เพราะได้กำหนดให้อ่านค่าที่เส้น 150 ซึ่งก่อนไปทางด้านบน ได้ผลการทดลองดังตารางที่ 6.1.5

## 7.2 สรุปผลการทดลอง

จากตารางการทดลองทั้ง 5 ตาราง สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังนี้

1. การอ่านค่าสัญญาณจากกล้องวีดีโอ อาจมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากความถี่ของกล้องวีดีโอ
2. ค่าสัญญาณเริ่มต้นในช่วงแรก เป็นสัญญาณเฮอริซอลทัลพัลส์ ซึ่งมีรูปแบบที่ทำให้วงจรไม่สามารถตีความออกมาได้คงที่ เราจึงไม่ใช่ค่าสัญญาณที่ได้ในช่วงนี้
3. ค่าสัญญาณช่วงท้ายเป็นช่วงที่คาบเกี่ยวกับสัญญาณเฮอริซอลทัลพัลส์ ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดได้ จึงไม่ใช่สัญญาณในช่วงนี้เช่นกัน
4. เลือกใช้ค่าในช่วงกลาง คือจุดที่ 4-27 จากการทดลองจะเห็นว่ามีความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่าแต่ละครั้งอยู่ในระดับที่ยอมรับได้
5. ความไม่แน่นอนในการรับค่าสัญญาณจากกล้องวีดีโอ ทำให้เกิดปัญหาในการเขียนโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่เป็นอย่างมาก

## บทที่ 8

### แนวทางในการพัฒนา

#### 8.1 แนวทางการปรับปรุง

ในระหว่างการพัฒนาโครงการนี้ ผู้จัดทำได้พบข้อบกพร่องบางประการที่สามารถปรับปรุง แก้ไข เพื่อให้ได้ชิ้นงานที่ดีขึ้น ดังนี้

8.1.1 การปรับปรุงวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ ให้เป็นแบบวงจรพัลส์วิดท์โมดูเลชัน ( Pulse Width Modulation ) ด้วยตัวเอง เนื่องจากโครงการนี้ได้ใช้วงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ ที่มีการควบคุมแบบเปิด/ปิด ทำให้สามารถควบคุมการเดินหน้าและถอยหลัง ด้วยการส่งสัญญาณควบคุมมาจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ตลอดเวลาทำให้เป็นการเพิ่มงานให้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ อาจทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานไม่ทัน และเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์วิ่งไปทำงานอย่างอื่น อาจทำให้ข้อมูลที่ส่งไปขับเคลื่อนมอเตอร์สูญหายใบพัดก็ต้องหยุดหมุน ทำให้เกิดการบินที่ไม่ต่อเนื่อง และมีการตอบสนองต่อการนำไปใช้ควบคุมช้า

วงจรถักขับเคลื่อนมอเตอร์แบบพัลส์วิดท์โมดูเลชัน ที่จะนำมาใช้ปรับปรุงใช้ จะมี คุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

8.1.1.1 วงจรสามารถกำเนิดพัลส์ เปิด/ ปิดมอเตอร์ได้ด้วยตัวเอง

8.1.1.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งข้อมูลการขับเคลื่อนมอเตอร์ ให้เป็นช่วงๆเท่านั้น โดยอาจส่งมาในรูปของข้อมูล 8 บิต บอกถึงการเปิด/ปิด, ทิศทางการหมุนของใบพัด และความเร็วของใบพัด

8.1.1.3 วงจรถักมอเตอร์จะมีส่วนเก็บข้อมูลเป็นบัฟเฟอร์ (Buffer) เพื่อที่ว่าไมโครคอนโทรลเลอร์จะได้ไม่ต้องส่งข้อมูลซ้ำๆ ในกรณีที่ข้อมูลการขับเคลื่อนมีค่าเหมือนกับค่าเก่าที่กำลังทำงานอยู่ หรืออยู่ในช่วงที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ต้องการ เปลี่ยนแปลงรูปแบบของการขับเคลื่อน

8.1.2 ควรมีการติดตั้งพรอกซิมีตี้ เซนเซอร์ ( Proximity sensor) เพื่อป้องกันบอลลูนบินชนสิ่งกีดขวางที่อยู่รอบข้าง โดยอาจจะเป็นการติดตั้งตัวตรวจจับไวแสง ไว้ที่จุดต่างๆรอบตัวบอลลูน เมื่อบอลลูนบินไปตามเส้นทางที่กำหนดไว้ แล้วพบว่ากำลังจะบินชนหรือเฉียดสิ่งกีดขวาง ก็ให้บอลลูนบินหลบโดยอาจต้องบินต่ำหรือสูงกว่าที่กำหนดไว้ หรืออาจต้องบินออกนอกเส้นทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปบ้างเล็กน้อย เมื่อผ่านสิ่งกีดขวางแล้วจึงค่อยกลับมาบินในระดับความสูง และตามเส้นทางที่กำหนดไว้

8.1.3 ปรับปรุงให้ใช้งานเป็นระบบควบคุมแบบมัลติคอนโทรลเลอร์ คือใช้ตัวควบคุมตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป เพื่อเป็นการแบ่งภาระการประมวลผล และการควบคุมโดยอาจให้ตัวควบคุมตัวหนึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลจากกล้องวิดีโอ และคำนวณความเร็วของการเคลื่อนที่แนวตรง และความเร็วเชิงมุมเมื่อเกิดการเลี้ยว จากนั้นจึงส่งข้อมูลเหล่านี้ให้กับตัวควบคุมอีกตัวหนึ่งให้ทำการแปลงข้อมูลส่งให้กับวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ จากนั้นจึงคอยตรวจสอบว่าบอลูนกำลังจะบินชนสิ่งกีดขวางหรือไม่ จะทำให้ระบบมีการตอบสนองเร็วขึ้น และการควบคุมจะเป็นแบบอัตโนมัติมากขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**ภาคผนวก**

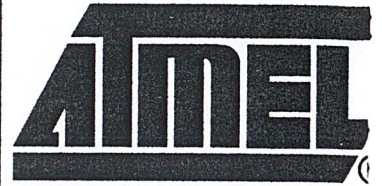
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
  - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

## Description

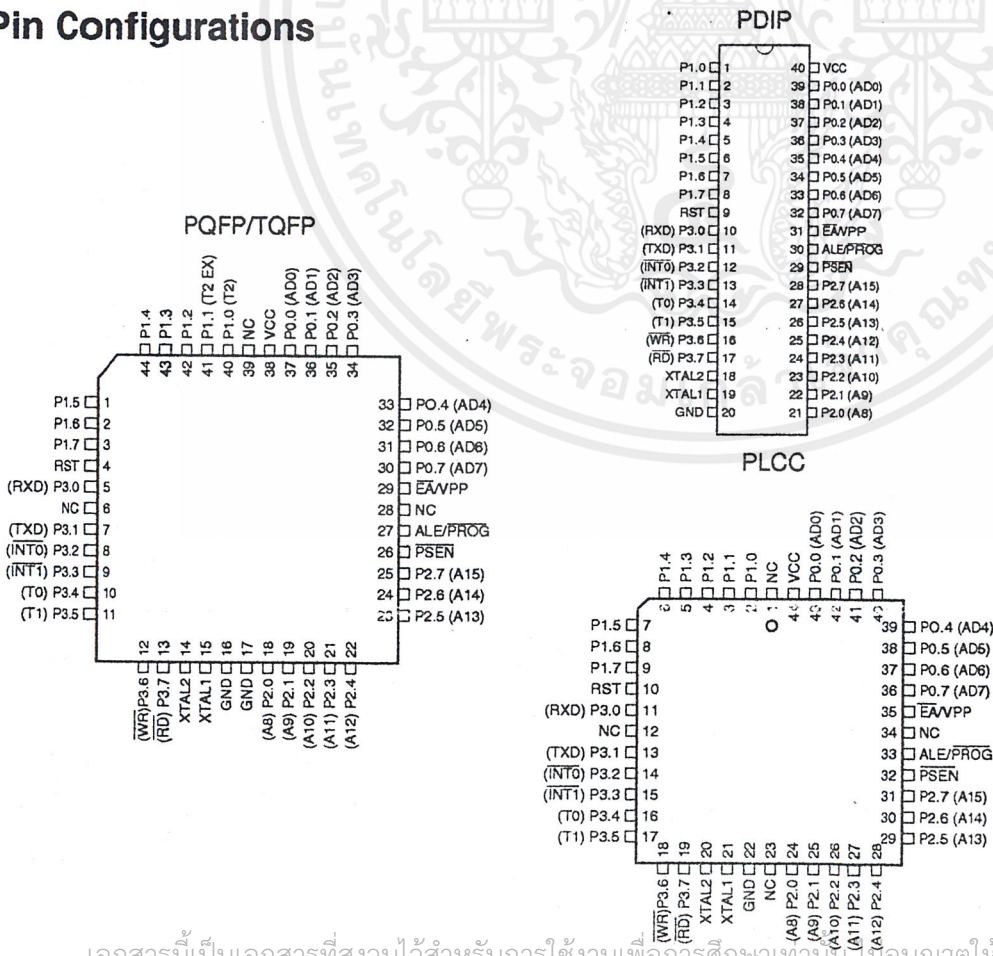
The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.



## 8-bit Microcontroller with 4K Bytes Flash

### AT89C51

## Pin Configurations



Rev. 0265G-02/01

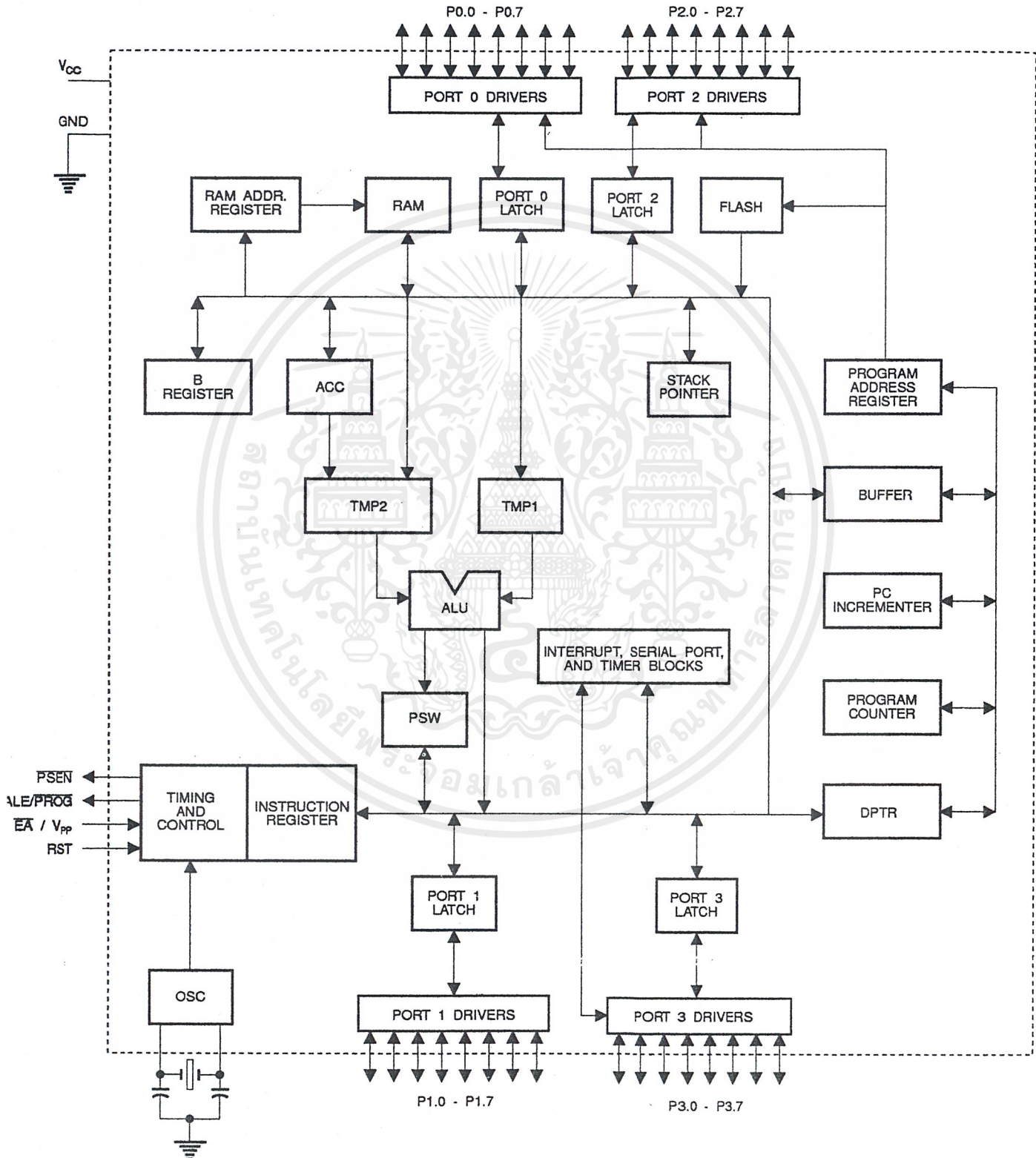
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาข้างต้น ซึ่งอาจถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





# Block Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมิได้ออกแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The AT89C51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power-down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

## Pin Description

### VCC

Supply voltage.

### GND

Ground.

### Port 0

Port 0 is an 8-bit open-drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 may also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

### Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

### Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs,

Port 2 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetch from external program memory and during accesses external data memory that use 16-bit addresses (MOVX DPTR). In this application, it uses strong internal pullup when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and control signals during Flash programming and verification.

### Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullup. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{WR}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{RD}$ (external data memory read strobe)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

### RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

### ALE/ $\overline{PROG}$

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input ( $\overline{PROG}$ ) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/ the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา หรือแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



pulse is skipped during each access to external Data Memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

### PSEN

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89C51 is executing code from external program memory,  $\overline{\text{PSEN}}$  is activated twice each machine cycle, except that two  $\overline{\text{PSEN}}$  activations are skipped during each access to external data memory.

### $\overline{\text{EA}}/\text{VPP}$

External Access Enable.  $\overline{\text{EA}}$  must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed,  $\overline{\text{EA}}$  will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$  should be strapped to  $V_{\text{CC}}$  for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage ( $V_{\text{PP}}$ ) during Flash programming, for parts that require 12-volt  $V_{\text{PP}}$ .

### XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

### XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

## Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left

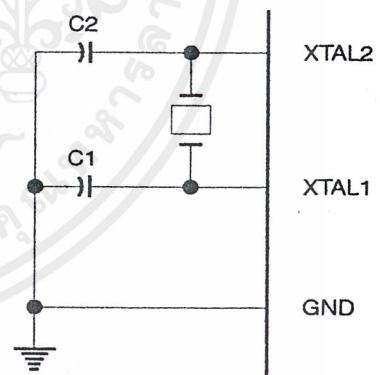
unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 1. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuit is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

## Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during the mode. The idle mode can be terminated by any enable interrupt or by a hardware reset.

It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by a reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Figure 1. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals  
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

## Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	$\overline{\text{PSEN}}$	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น AT89C51 แปลงข้อมูลและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



# 82C55A CHMOS PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE

- Compatible with all Intel and Most Other Microprocessors
- High Speed, "Zero Wait State" Operation with 8 MHz 8086/88 and 80186/188
- 24 Programmable I/O Pins
- Low Power CHMOS
- Completely TTL Compatible
- Control Word Read-Back Capability
- Direct Bit Set/Reset Capability
- 2.5 mA DC Drive Capability on all I/O Port Outputs
- Available in 40-Pin DIP and 44-Pin PLCC
- Available in EXPRESS
  - Standard Temperature Range
  - Extended Temperature Range

The Intel 82C55A is a high-performance, CHMOS version of the industry standard 8255A general purpose programmable I/O device which is designed for use with all Intel and most other microprocessors. It provides 24 I/O pins which may be individually programmed in 2 groups of 12 and used in 3 major modes of operation. The 82C55A is pin compatible with the NMOS 8255A and 8255A-5.

In MODE 0, each group of 12 I/O pins may be programmed in sets of 4 and 8 to be inputs or outputs. In MODE 1, each group may be programmed to have 8 lines of input or output. 3 of the remaining 4 pins are used for handshaking and interrupt control signals. MODE 2 is a strobed bi-directional bus configuration.

The 82C55A is fabricated on Intel's advanced CHMOS III technology which provides low power consumption with performance equal to or greater than the equivalent NMOS product. The 82C55A is available in 40-pin DIP and 44-pin plastic leaded chip carrier (PLCC) packages.

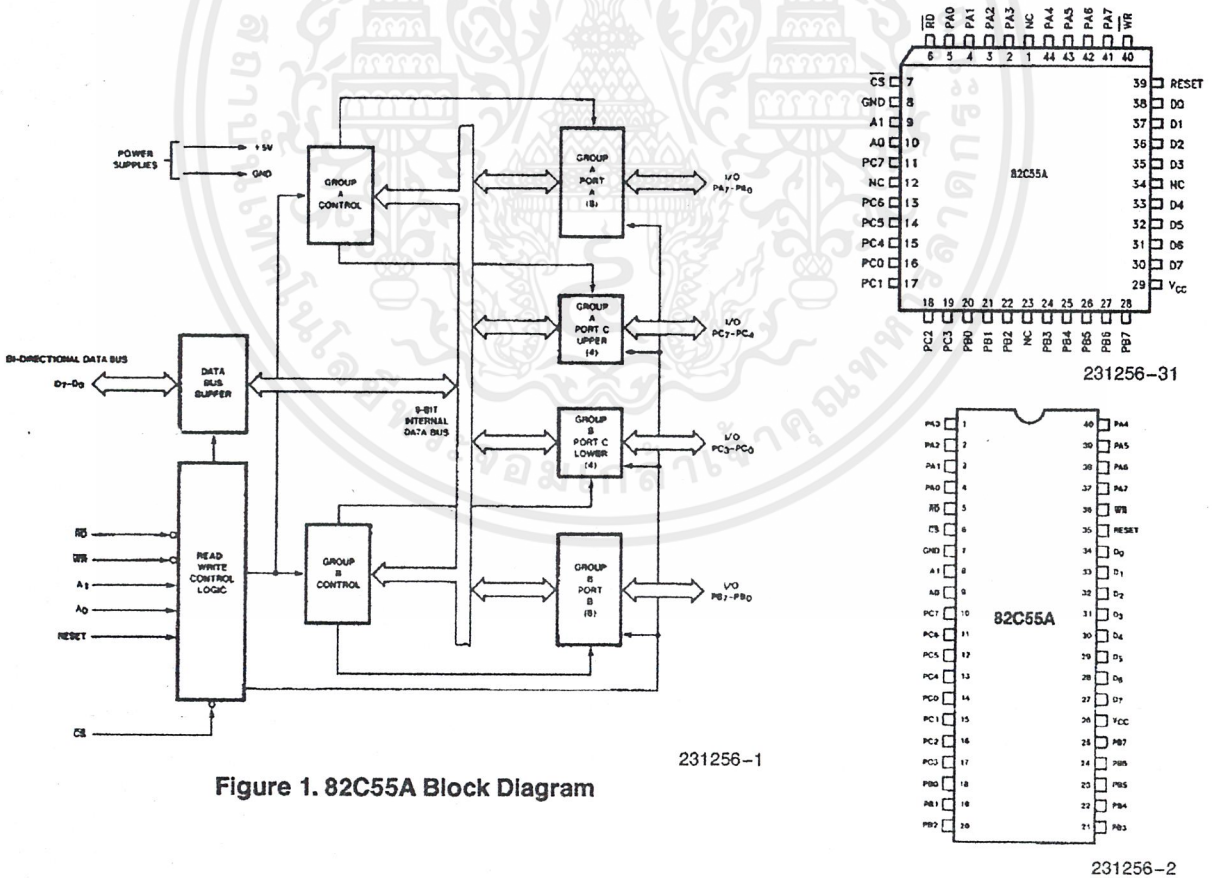


Figure 1. 82C55A Block Diagram

Figure 2. 82C55A Pinout  
Diagrams are for pin reference only. Package sizes are not to scale.

Table 1. Pin Description

Symbol	Pin Number Dip PLCC		Type	Name and Function					
PA <sub>3-0</sub>	1-4	2-5	I/O	<b>PORT A, PINS 0-3:</b> Lower nibble of an 8-bit data output latch/buffer and an 8-bit data input latch.					
$\overline{RD}$	5	6	I	<b>READ CONTROL:</b> This input is low during CPU read operations.					
$\overline{CS}$	6	7	I	<b>CHIP SELECT:</b> A low on this input enables the 82C55A to respond to $\overline{RD}$ and $\overline{WR}$ signals. $\overline{RD}$ and $\overline{WR}$ are ignored otherwise.					
GND	7	8		<b>System Ground</b>					
A <sub>1-0</sub>	8-9	9-10	I	<b>ADDRESS:</b> These input signals, in conjunction $\overline{RD}$ and $\overline{WR}$ , control the selection of one of the three ports or the control word registers.					
				<b>A<sub>1</sub></b>	<b>A<sub>0</sub></b>	<b><math>\overline{RD}</math></b>	<b><math>\overline{WR}</math></b>	<b><math>\overline{CS}</math></b>	<b>Input Operation (Read)</b>
				0	0	0	1	0	Port A - Data Bus
				0	1	0	1	0	Port B - Data Bus
				1	0	0	1	0	Port C - Data Bus
				1	1	0	1	0	Control Word - Data Bus
				<b>Output Operation (Write)</b>					
				0	0	1	0	0	Data Bus - Port A
				0	1	1	0	0	Data Bus - Port B
				1	0	1	0	0	Data Bus - Port C
				1	1	1	0	0	Data Bus - Control
				<b>Disable Function</b>					
X	X	X	X	1	Data Bus - 3 - State				
X	X	1	1	0	Data Bus - 3 - State				
PC <sub>7-4</sub>	10-13	11,13-15	I/O	<b>PORT C, PINS 4-7:</b> Upper nibble of an 8-bit data output latch/buffer and an 8-bit data input buffer (no latch for input). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal outputs and status signal inputs in conjunction with ports A and B.					
PC <sub>0-3</sub>	14-17	16-19	I/O	<b>PORT C, PINS 0-3:</b> Lower nibble of Port C.					
PB <sub>0-7</sub>	18-25	20-22, 24-28	I/O	<b>PORT B, PINS 0-7:</b> An 8-bit data output latch/buffer and an 8-bit data input buffer.					
V <sub>CC</sub>	26	29		<b>SYSTEM POWER:</b> + 5V Power Supply.					
D <sub>7-0</sub>	27-34	30-33, 35-38	I/O	<b>DATA BUS:</b> Bi-directional, tri-state data bus lines, connected to system data bus.					
RESET	35	39	I	<b>RESET:</b> A high on this input clears the control register and all ports are set to the input mode.					
$\overline{WR}$	36	40	I	<b>WRITE CONTROL:</b> This input is low during CPU write operations.					
PA <sub>7-4</sub>	37-40	41-44	I/O	<b>PORT A, PINS 4-7:</b> Upper nibble of an 8-bit data output latch/buffer and an 8-bit data input latch.					
NC		1, 12, 23, 34		No Connect					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 82C55A FUNCTIONAL DESCRIPTION

### General

The 82C55A is a programmable peripheral interface device designed for use in Intel microcomputer systems. Its function is that of a general purpose I/O component to interface peripheral equipment to the microcomputer system bus. The functional configuration of the 82C55A is programmed by the system software so that normally no external logic is necessary to interface peripheral devices or structures.

### Data Bus Buffer

This 3-state bidirectional 8-bit buffer is used to interface the 82C55A to the system data bus. Data is transmitted or received by the buffer upon execution of input or output instructions by the CPU. Control words and status information are also transferred through the data bus buffer.

### Read/Write and Control Logic

The function of this block is to manage all of the internal and external transfers of both Data and Control or Status words. It accepts inputs from the CPU Address and Control busses and in turn, issues commands to both of the Control Groups.

### Group A and Group B Controls

The functional configuration of each port is programmed by the systems software. In essence, the CPU "outputs" a control word to the 82C55A. The control word contains information such as "mode", "bit set", "bit reset", etc., that initializes the functional configuration of the 82C55A.

Each of the Control blocks (Group A and Group B) accepts "commands" from the Read/Write Control Logic, receives "control words" from the internal data bus and issues the proper commands to its associated ports.

Control Group A - Port A and Port C upper (C7-C4)  
Control Group B - Port B and Port C lower (C3-C0)

The control word register can be both written and read as shown in the address decode table in the pin descriptions. Figure 6 shows the control word format for both Read and Write operations. When the control word is read, bit D7 will always be a logic "1", as this implies control word mode information.

### Ports A, B, and C

The 82C55A contains three 8-bit ports (A, B, and C). All can be configured in a wide variety of functional characteristics by the system software but each has its own special features or "personality" to further enhance the power and flexibility of the 82C55A.

**Port A.** One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit input latch buffer. Both "pull-up" and "pull-down" bus hold devices are present on Port A.

**Port B.** One 8-bit data input/output latch/buffer. Only "pull-up" bus hold devices are present on Port B.

**Port C.** One 8-bit data output latch/buffer and one 8-bit data input buffer (no latch for input). This port can be divided into two 4-bit ports under the mode control. Each 4-bit port contains a 4-bit latch and it can be used for the control signal outputs and status signal inputs in conjunction with ports A and B. Only "pull-up" bus hold devices are present on Port C.

See Figure 4 for the bus-hold circuit configuration for Port A, B, and C.

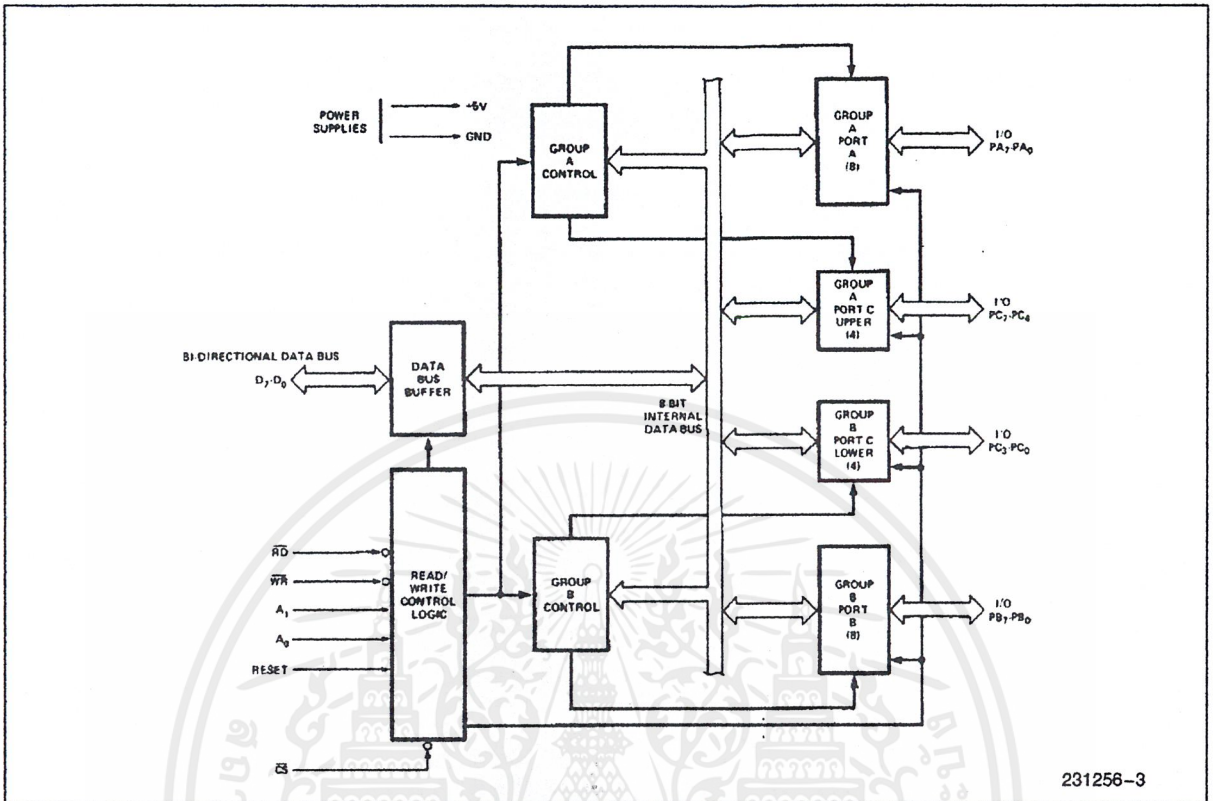
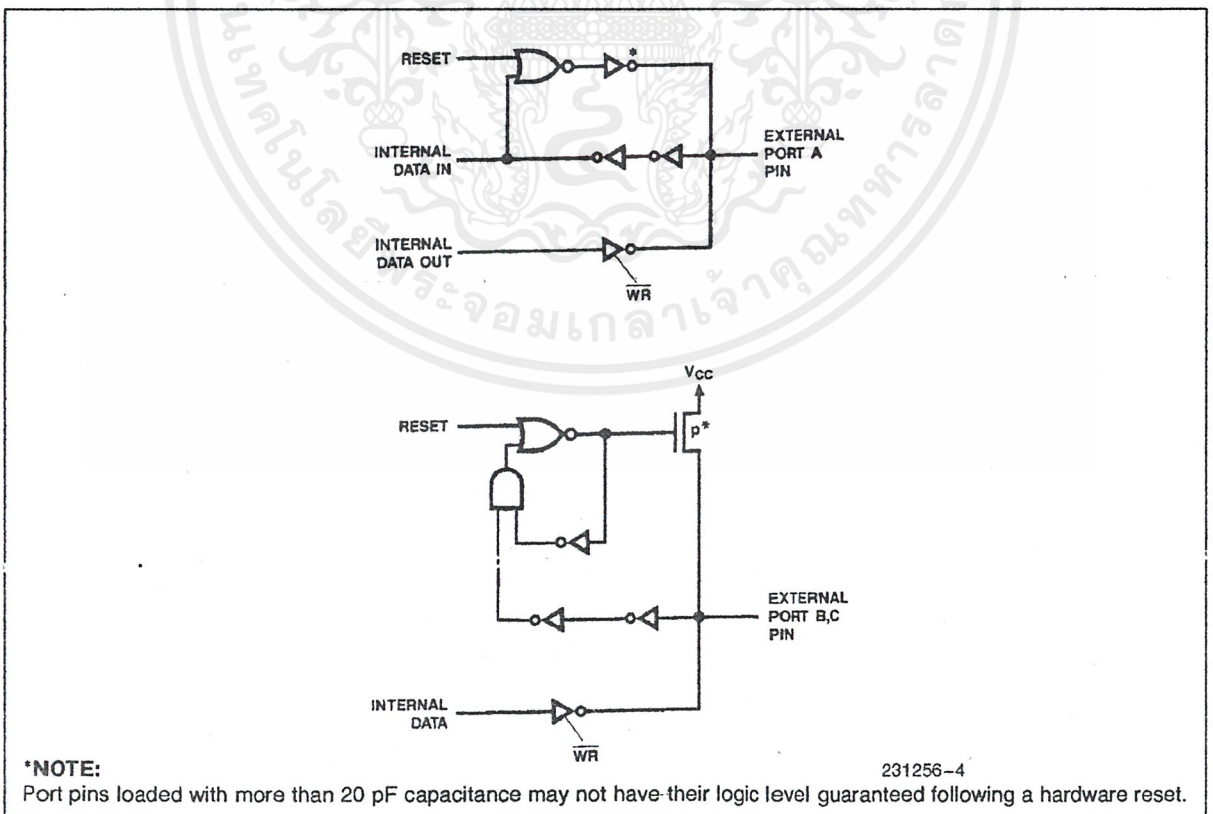


Figure 3. 82C55A Block Diagram Showing Data Bus Buffer and Read/Write Control Logic Functions



**\*NOTE:** Port pins loaded with more than 20 pF capacitance may not have their logic level guaranteed following a hardware reset.

Figure 4. Port A, B, C, Bus-hold Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 82C55A OPERATIONAL DESCRIPTION

### Mode Selection

There are three basic modes of operation that can be selected by the system software:

- Mode 0 — Basic input/output
- Mode 1 — Strobed input/output
- Mode 2 — Bi-directional Bus

When the reset input goes "high" all ports will be set to the input mode with all 24 port lines held at a logic "one" level by the internal bus hold devices (see Figure 4 Note). After the reset is removed the 82C55A can remain in the input mode with no additional initialization required. This eliminates the need for pullup or pulldown devices in "all CMOS" designs. During the execution of the system program, any of the other modes may be selected by using a single output instruction. This allows a single 82C55A to service a variety of peripheral devices with a simple software maintenance routine.

The modes for Port A and Port B can be separately defined, while Port C is divided into two portions as required by the Port A and Port B definitions. All of the output registers, including the status flip-flops, will be reset whenever the mode is changed. Modes may be combined so that their functional definition can be "tailored" to almost any I/O structure. For instance; Group B can be programmed in Mode 0 to monitor simple switch closings or display computational results, Group A could be programmed in Mode 1 to monitor a keyboard or tape reader on an interrupt-driven basis.

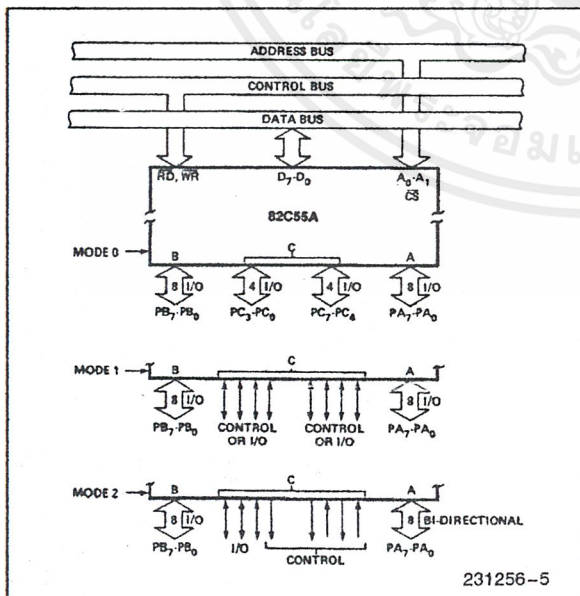


Figure 5. Basic Mode Definitions and Bus Interface

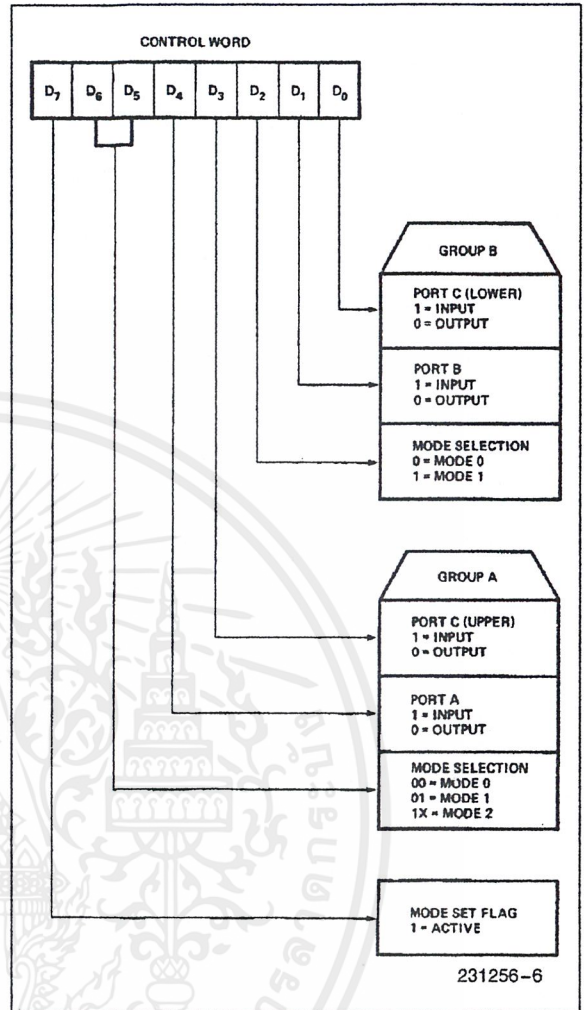


Figure 6. Mode Definition Format

The mode definitions and possible mode combinations may seem confusing at first but after a cursory review of the complete device operation a simple, logical I/O approach will surface. The design of the 82C55A has taken into account things such as efficient PC board layout, control signal definition vs PC layout and complete functional flexibility to support almost any peripheral device with no external logic. Such design represents the maximum use of the available pins.

### Single Bit Set/Reset Feature

Any of the eight bits of Port C can be Set or Reset using a single OUTput instruction. This feature reduces software requirements in Control-based applications.

When Port C is being used as status/control for Port A or B, these bits can be set or reset by using the Bit Set/Reset operation just as if they were data output ports.

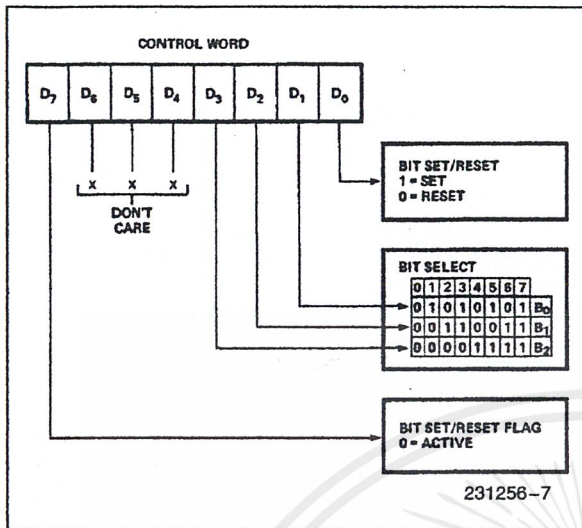


Figure 7. Bit Set/Reset Format

**Interrupt Control Functions**

When the 82C55A is programmed to operate in mode 1 or mode 2, control signals are provided that can be used as interrupt request inputs to the CPU. The interrupt request signals, generated from port C, can be inhibited or enabled by setting or resetting the associated INTE flip-flop, using the bit set/reset function of port C.

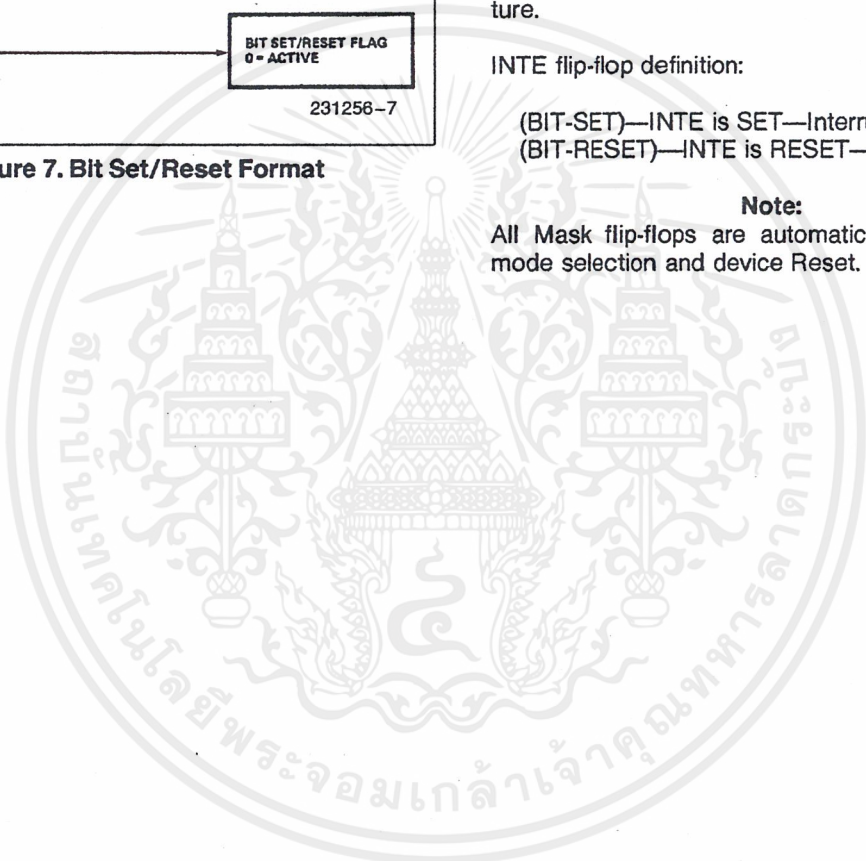
This function allows the Programmer to disallow or allow a specific I/O device to interrupt the CPU without affecting any other device in the interrupt structure.

INTE flip-flop definition:

- (BIT-SET)—INTE is SET—Interrupt enable
- (BIT-RESET)—INTE is RESET—Interrupt disable

**Note:**

All Mask flip-flops are automatically reset during mode selection and device Reset.



## 74VHC138 3-to-8 Decoder/Demultiplexer

### General Description

The VHC138 is an advanced high speed CMOS 3-to-8 decoder/demultiplexer fabricated with silicon gate CMOS technology. It achieves the high speed operation similar to equivalent Bipolar Schottky TTL while maintaining the CMOS low power dissipation.

When the device is enabled, 3 binary select inputs ( $A_0$ ,  $A_1$  and  $A_2$ ) determine which one of the outputs ( $O_0$ – $O_7$ ) will go LOW. When enable input  $E_3$  is held LOW or either  $\bar{E}_1$  or  $\bar{E}_2$  is held HIGH, decoding function is inhibited and all outputs go HIGH.  $E_3$ ,  $\bar{E}_1$  and  $\bar{E}_2$  inputs are provided to ease cascade connection and for use as an address decoder for memory systems. An input protection circuit ensures that

0V to 7V can be applied to the input pins without regard to the supply voltage. This device can be used to interface 5V to 3V systems and two supply systems such as battery back up. This circuit prevents device destruction due to mismatched supply and input voltages.

### Features

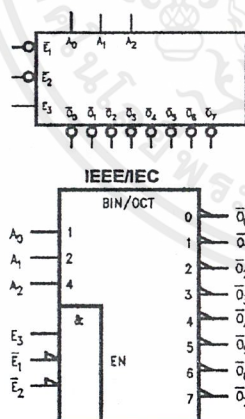
- High Speed:  $t_{PD} = 5.7\text{ns}$  (typ) at  $T_A = 25^\circ\text{C}$
- Low power dissipation:  $I_{CC} = 4\ \mu\text{A}$  (max.) at  $T_A = 25^\circ\text{C}$
- High noise immunity:  $V_{NIH} = V_{NIL} = 28\% V_{CC}$  (min.)
- Power down protection provided on all inputs
- Pin and function compatible with 74HC138

### Ordering Code:

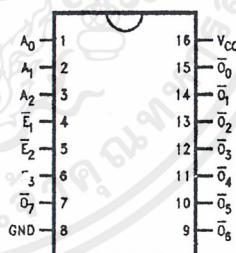
Order Number	Package Number	Package Description
74VHC138M	M16A	16-Lead Small Outline Integrated Circuit (SOIC), JEDEC MS-012, 0.150" Narrow
74VHC138SJ	M16D	16-Lead Small Outline Package (SOP), EIAJ TYPE II, 5.3mm Wide
74VHC138MTC	MTC16	16-Lead Thin Shrink Small Outline Package (TSSOP), JEDEC MO-153, 4.4mm Wide
74VHC138N	N16E	16-Lead Plastic Dual-In-Line Package (PDIP), JEDEC MS-001, 0.300" Wide

Surface mount packages are also available on Tape and Reel. Specify by appending the suffix letter "X" to the ordering code.

### Logic Symbols



### Connection Diagram



### Pin Descriptions

Pin Names	Description
$A_0$ – $A_2$	Address Inputs
$\bar{E}_1$ – $\bar{E}_2$	Enable Inputs
$E_3$	Enable Input
$\bar{O}_0$ – $\bar{O}_7$	Outputs

Truth Table

Inputs						Outputs							
$\bar{E}_1$	$\bar{E}_2$	$E_3$	$A_0$	$A_1$	$A_2$	$\bar{O}_0$	$\bar{O}_1$	$\bar{O}_2$	$\bar{O}_3$	$\bar{O}_4$	$\bar{O}_5$	$\bar{O}_6$	$\bar{O}_7$
H	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	L	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	H	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
L	L	H	H	H	L	H	H	H	L	H	H	H	H
L	L	H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

H = HIGH Voltage Level  
 L = LOW Voltage Level  
 X = Immaterial

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Octal D-type transparent latch; 3-state

## 74HC/HCT373

## FEATURES

- 3-state non-inverting outputs for bus oriented applications
- Common 3-state output enable input
- Functionally identical to the "563", "573" and "533"
- Output capability: bus driver
- I<sub>CC</sub> category: MSI

## GENERAL DESCRIPTION

The 74HC/HCT373 are high-speed Si-gate CMOS devices and are pin compatible with low power Schottky TTL (LSTTL). They are specified in compliance with JEDEC standard no. 7A.

The 74HC/HCT373 are octal D-type transparent latches featuring separate D-type inputs for each latch and 3-state outputs for bus oriented applications. A latch enable (LE)

input and an output enable ( $\overline{OE}$ ) input are common to all latches.

The "373" consists of eight D-type transparent latches with 3-state true outputs. When LE is HIGH, data at the D<sub>n</sub> inputs enters the latches. In this condition the latches are transparent, i.e. a latch output will change state each time its corresponding D-input changes.

When LE is LOW the latches store the information that was present at the D-inputs a set-up time preceding the HIGH-to-LOW transition of LE. When  $\overline{OE}$  is LOW, the contents of the 8 latches are available at the outputs. When  $\overline{OE}$  is HIGH, the outputs go to the high impedance OFF-state. Operation of the  $\overline{OE}$  input does not affect the state of the latches.

The "373" is functionally identical to the "533", "563" and "573", but the "563" and "533" have inverted outputs and the "563" and "573" have a different pin arrangement.

## QUICK REFERENCE DATA

GND = 0 V; T<sub>amb</sub> = 25 °C; t<sub>r</sub> = t<sub>f</sub> = 6 ns

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	TYPICAL		UNIT
			HC	HCT	
t <sub>PHL</sub> / t <sub>PLH</sub>	propagation delay D <sub>n</sub> to Q <sub>n</sub> LE to Q <sub>n</sub>	C <sub>L</sub> = 15 pF; V <sub>CC</sub> = 5 V	12	14	ns
			15	13	ns
C <sub>I</sub>	input capacitance		3.5	3.5	pF
C <sub>PD</sub>	power dissipation capacitance per latch	notes 1 and 2	45	41	pF

## Notes

1. C<sub>PD</sub> is used to determine the dynamic power dissipation (P<sub>D</sub> in μW):  

$$P_D = C_{PD} \times V_{CC}^2 \times f_i + \sum (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$$
 where:  
 f<sub>i</sub> = input frequency in MHz  
 f<sub>o</sub> = output frequency in MHz  
 $\sum (C_L \times V_{CC}^2 \times f_o)$  = sum of outputs  
 C<sub>L</sub> = output load capacitance in pF  
 V<sub>CC</sub> = supply voltage in V
2. For HC the condition is V<sub>I</sub> = GND to V<sub>CC</sub>. For HCT the condition is V<sub>I</sub> = GND to V<sub>CC</sub> - 1.5 V

## ORDERING INFORMATION

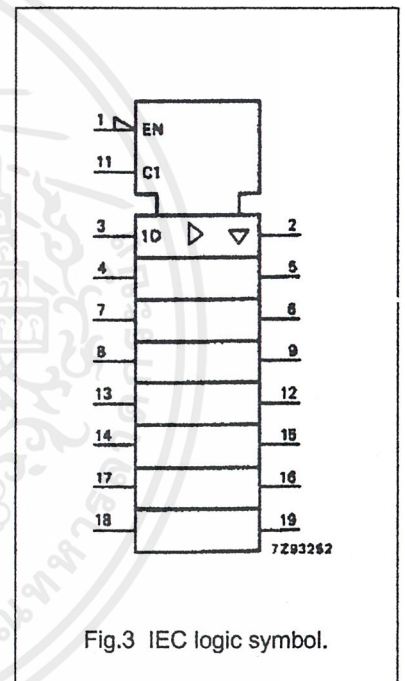
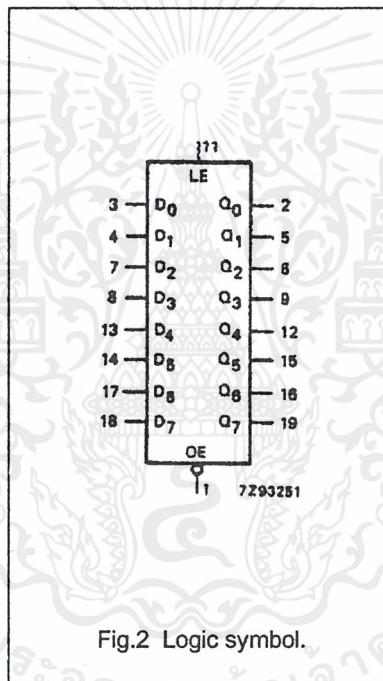
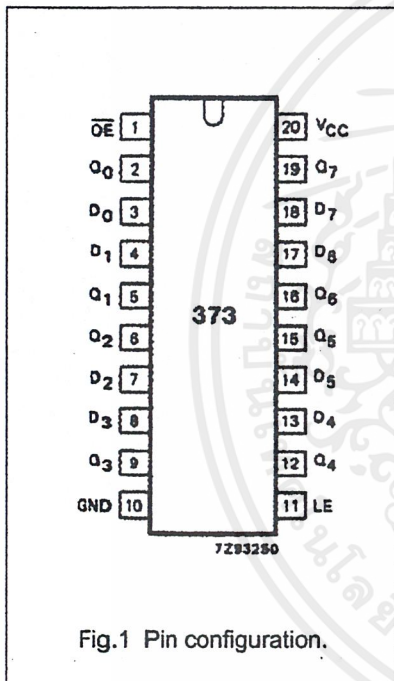
See "74HC/HCT/HCU/HCMOS Logic Package Information".

Octal D-type transparent latch; 3-state

74HC/HCT373

PIN DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
1	$\overline{OE}$	3-state output enable input (active LOW)
2, 5, 6, 9, 12, 15, 16, 19	$Q_0$ to $Q_7$	3-state latch outputs
3, 4, 7, 8, 13, 14, 17, 18	$D_0$ to $D_7$	data inputs
10	GND	ground (0 V)
11	LE	latch enable input (active HIGH)
20	$V_{CC}$	positive supply voltage



Octal D-type transparent latch; 3-state

74HC/HCT373

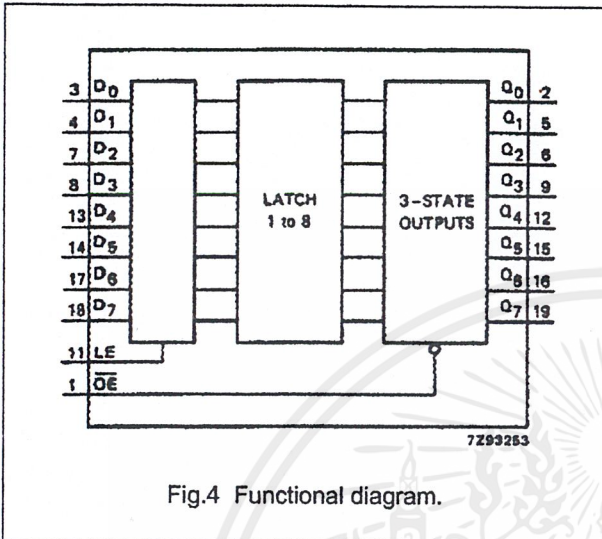


Fig.4 Functional diagram.

FUNCTION TABLE

OPERATING MODES	INPUTS			INTERNAL LATCHES	OUTPUTS Q <sub>0</sub> to Q <sub>7</sub>
	$\overline{OE}$	LE	D <sub>n</sub>		
enable and read register (transparent mode)	L	H	L	L	L
	L	H	H	H	H
latch and read register	L	L	l	L	L
	L	L	h	H	H
latch register and disable outputs	H	X	X	X	Z
	H	X	X	X	Z

Notes

- H = HIGH voltage level  
h = HIGH voltage level one set-up time prior to the HIGH-to-LOW LE transition  
L = LOW voltage level  
l = LOW voltage level one set-up time prior to the HIGH-to-LOW LE transition  
X = don't care  
Z = high impedance OFF-state

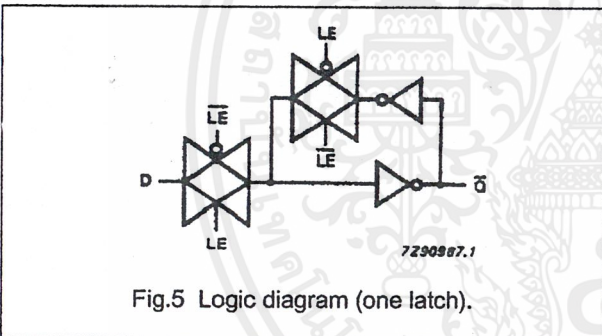


Fig.5 Logic diagram (one latch).

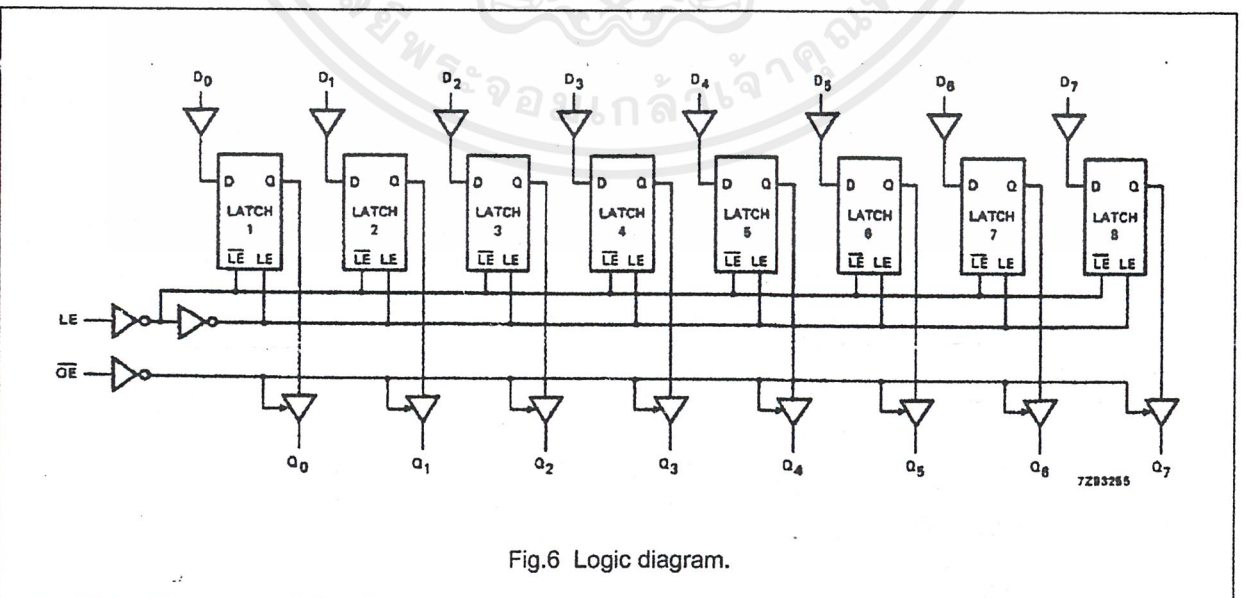


Fig.6 Logic diagram.

# Airship Design

## General Airship Design with Direct Relations to the Blimp Simon

### 1. Buoyancy and Lift

#### a) lift

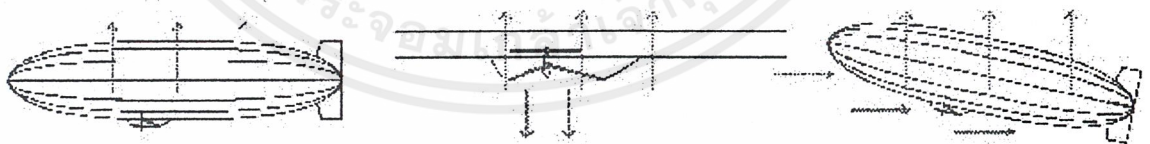
Any vehicle operating in a medium may obtain lifting forces from three primary sources: static lift, dynamic lift, and powered static lift.

The most economical of these forces from the production of lift point of view is undoubtedly the static lift wherein buoyant force is generated by the displacement of a portion of the supporting medium by the body. For a waterborne vehicle, this lift is embodied in the displacement ship, and for airborne vehicles, this is the balloon.

The inefficiency of the static lift vehicle comes when it is required to move through the surrounding medium. Due to the nature of displacement buoyancy, these vehicles tend to be very large and, as a result, they develop a great deal of dynamic drag when in motion. The dynamic effects of the motion can be used to an advantage, however, if the motion can be used to generate lift. by shaping the body, or a portion thereof, as a lift producing foil, a lifting force may be developed to support the weight of the body, provided sufficient forward speed is attained. In air this is the airplane, while in water this the hydrofoil craft.

A principle disadvantage of the dynamic lift vehicle is that it requires forward motion of some finite velocity to generate the lift. As a result, this vehicle can neither fly very slowly nor can it remain airborne at zero forward velocity (hover). If these attributes are required, one must provide some sort of internal powering for the static lift, such as a vertical jet exhaust, or a propeller with a vertical downflow. In air this is the helicopter or special aircraft, and on water (or in close proximity to the earth) this is the air cushion vehicle or hover craft.

Having defined these primary sources of lifting force, one might observe that it is possible to use two of these sources, or even all three, in combination. By doing so, one moves from the pure lifting force source, for example static lift, to a hybrid source, such as a partial static lift and a partial dynamic lift. This is exactly the technique used with Simon. Its envelope produces static lift, while the two motors provide powered static lift and dynamic lift.



#### b) Static Lift of an Airship

Obviously, when looking at an airship, the amount of static lift is the most important. Because it plays the decisive role on whether an airship will float or not, it will be looked at closer in the following. The principal tenet of static lift is that a body displaces a volume of the surrounding medium whose weight is equal to or greater than the total weight of the immersed body. If the weight is equal, the body is said to have neutral buoyancy, while if the weight of the body is less than that of the displaced air, the body has a positive buoyancy. The lift of he in air is obtained as following

$$F_{Lift} = (\rho_{air} - \rho_{He}) g V \quad (1) \text{ Nomenclature}$$

The greatest static lift is to be obtained from hydrogen with helium a close second. It has to be noted that although the weight of a given volume of helium is approximately twice that of an equal volume of hydrogen, inasmuch as the lift is the difference between the weight of the gas and the weight of air, the lifting capacity of hydrogen is but about eight percent greater than that of helium.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

When considering the high degree of flammability of hydrogen, one might ponder why that gas is even considered as a static lift source. The answer lies in the economics of its procurement. Wherein helium must be mined or extracted from minute quantities in the atmosphere, hydrogen can be obtained inexpensively from the electrolysis of water.

Due to the natural impurities that are present in helium as it is recovered from the earth, and due to the cost of extensive refining, commercial helium is seldom available at greater than 98 percent purity. This means that the lifting force of helium depends on its purity and is never 100 percent.

### c) Temperature and Pressure

Very important for the correct use of aerostatic systems is the knowledge of the weather and its tendencies. The most important influences emerge through air pressure and temperature changes.

As the airship ascends, the lifting gas expands due to the reduction of the ambient air pressure. This pressure can be expressed as an index, the standard atmosphere (ISA), which indicates the air density for different altitudes above sea level. To prevent overpressure inside the airship hull as the airship rises, ballonets and valves are used to level out the differences in pressure. With valves, the pressure may be regulated by radio signals. Ballonets are small balloons inside the hull of an airship, filled with air and, as pressure rises, losing air automatically. There is some altitude at which, with the ballonets completely empty, it is just possible to return to the ground with the ballonets filled to capacity. This altitude is called pressure height. Flight above pressure height will result in the ballonets becoming completely filled prior to the airship reaching the ground on its descent and then some other measures must be taken to maintain the shape and pressure of the envelope. The most common measure is the addition of air to the lifting gas using the previously mentioned safety valve.

Unless the pressure airship is considerably above the pressure height, a decrease in altitude or an increase in barometric pressure will have little or no effect on the static lift inasmuch as the lifting gas will contract and the airship will no longer be at pressure height.

Because of local heating, usually from the sun on the envelope, it is possible for the lifting gas to be at a different temperature than the surrounding air. If the sun heats the lifting gas so that it is at a higher temperature than the surrounding air, a condition called superheat, the same weight of lifting gas displaces a larger volume of air, and therefore a larger weight of air. This produces an increase in static lift.

Inasmuch as the specific density of the gas is inversely proportional to the ratio of absolute temperatures, the percentage increase in static lift due to a temperature increase may be found from the relationship

$$F_{Lift} = 100 \frac{T_1}{T_0} - 100$$

(2) Nomenclature

Because of these large influences of the sun, winds and air pressure on aerostatic systems, it is recommended to let an airship fly at sunrise or sunset, in order to avoid strong currents.

## **2. The Envelope**

### a) Dimensions - the Look of a Zeppelin

The envelope or hull is the main part of an airship because, as the wings of a plane, the envelope decides if an airship is going to fly. Most radio-controlled airships are nonrigid and their envelope is usually in the shape of a cigar that is kept in form by internal overpressure. Rigid models often encounter serious overweight problems because of an adverse weight to volume ratio. The most difficult task is to choose a material which makes the envelope light, tough, and most important of all, helium-tight. The envelope is often the factor that keeps people from building model airships because it is something that cannot be found in other aircraft model building.

It is very important to give an airship its special design. Some people might find it nostalgic or even a waste of time to design an airship in its unique form. This is simply not true. The previously mentioned cigar-shaped hull gives an airship stability, low air resistance and a maximum amount of lift. Tried and tested, very reliable and effective designs are the Goodyear blimp design, Prill's semirigid design, or, of course, Zeppelin's own, more than 100 slightly variable designs. For Simon, another aspect was the feasibility of the hull construction with limited means and minimum expenses. Along with this considerations came the demands Simon had to fulfill. It had to be the smallest blimp possible for outside operation. Thus, the design of an ellipsoid of rotation (EoR) combined with a middle cylinder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(MC) was chosen, as described in the construction of Simon, after the simple formula for the volume of an EoR (3) and a cylinder (4)

$$V = \frac{4}{3} \pi a b^2 \quad (3) \text{ Nomenclature}$$

$$V = b^2 \pi l \quad (4) \text{ Nomenclature}$$

#### b) Volume, Lifting Force, and Weight

In chapter 1. b) Static Lift of an Airship, it becomes clear that the lifting force of an airship is directly related to the volume of its hull by equation (1). The weight, however, determines both of these values. The airship needs a lifting force at least as big as the overall weight of its components to be able to float in the air. Since temperature changes and pressure variations influence the ideal lifting force, it becomes necessary to calculate an ideal lifting force and volume big enough to overcome these influences. More is better than less. Also, it is often very difficult to calculate the overall weight of an airship in advance.

It is recommended to actually construct as many of an airship's parts as possible, i. e. the gondola, the propulsion, the fins, before deciding on the exact volume of its hull.

For Simon, an ideal lifting force about 10% bigger than its weight was calculated. This left enough elbowroom for weather moods and eventual changes or improvements and additions to the blimp.

### **3. The Gondola**

#### a) Functions

In general, the gondola of a radio-controlled airship contains the receiver and batteries and has the motors attached to its outside or back. The easiest solution is probably to have one motor aft, but it is definitely more effective in terms of steering to have two motors, one on each side like on most of today's blimps. The alternative to gondola mounted motors is to have them in separate gondolas on the sides of the ship or underneath it, as it has been done with the historic zeppelins. Having them at a distance from the other equipment helps to distribute the weight load and avoids interference of their magnetic fields with the receiver. Also, the danger of damaging the hull is smaller. To completely avoid this danger, impeller motors may be used. Furthermore, if the motors can be operated independently, a wide separation increases the maneuverability of the airship.

#### b) Form and Dimensions

A gondola needs to combine two things. First, the weight of it has to be as small as possible and the stability very high, to bring up the question of the material to be used. Secondly, it has to be large enough to enclose the batteries and electronics. As a third aspect, an aerodynamic form might be considered. Because the exact center of gravity of an entire blimp can hardly be calculated, it is a good idea to leave space inside to move the batteries around and balance the blimp as a whole.

Glassfibers and epoxy, GFC, is the preferred material in such situations because of their toughness and lightness. Processing may prove to be hard, since GFC is normally formed through overpressure or an applied vacuum, but if not done so, the outcome simply lacks smoothness.

### **4. Flight Dynamics**

#### a) Steering

There are many possibilities to control and steer a floating airship in the air. For Simon, a most sensitive and weather conditions independent solution was developed. Simon has two motors, on each side, connected through a movable axle, that can tilt up and down. This feature is called vectored thrust (VT).

VT allows for very exact vertical steering of an airship. It may replace the less effective rudders, which tend to react slow because of the only low speeds of an airship.

VT produces powered static lift and may play an important role in fine-calibrating the float of an airship. It makes it possible for an airship to descend without the use of a valve or other means of letting off helium.

Since the two motors of Simon can be operated independently forth and back and are separated by over 1 m from each other, they provide a great horizontal maneuverability. One motor may thrust forwards, the other backwards. Backward thrust is a little smaller than forward thrust because of the special shape

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

of the propellers.

**As mentioned, a special feature important for any airship is the possibility to operate the motors forth and back, to produce thrust in both directions. in combination with VT, this enables the airship to ascend, descend, and make sharp turns in both directions.**

#### **b) Friction and Drag**

In order to choose the right motorization for an airship, friction and air resistance may not be neglected. Friction depends on the material used. For Simon a Mylar foil is used for the hull, which is fragile but tough and insulating. With mylar, friction is very small, not relevant. It's different with air resistance. An aircraft always produces resistance, drag in the air, depending on its size and velocity after the equation

$$F_r = \frac{1}{2} c_r \rho v^2 S$$

(5) Nomenclature

The index of air resistance  $c_r$  may be found through wind channel tests for different bodies. The index of an EoR lays in between 0.05 and 0.5, depending on the length to width ratio of the body.

In Simon's case, the calculation of air resistance is important because it determines the power of the motors to choose. All calculations conducted ignored possible winds and other atmospheric influences on air resistance since the calculation was only theoretically possible with a  $c_r$  estimated to be 0.35. c)

#### **Stabilization**

Tail surfaces are needed to stabilize an airship. At the University of Toronto, extensive studies showed the influences of stabilizers for an airship, and the conclusion drawn recommended to always use fins with an airship.

Tail surfaces and rudders need to be designed so that they allow effective control of the directions of the airship. Because of Simon's VT and independently controlled motors, rudders are not necessary to further control him. Also, they are only of limited practical use because of small speeds as mentioned earlier in this report. Stabilizers are used and designed in a way to stabilize, but not to overstabilize.

Overstabilization means a limitation of the airship's agility through too large fins. Again, with too small fins, the ship often progresses in a wave-like motion.

Tail surfaces for airships are built in the same way as those for radio-controlled planes, just lighter and especially with more surface. Light balsa wood or styrofoam structures covered with Monokote are recommended. That is exactly how Simon's stabilizers are built. Its four fins have an adequate height of 0.55 m each, and a length of 0.40 m.

### **5. Electronics and Motorization**

#### **a) Electronics**

Inside the gondola, all the electronics needed to properly control an airship are arranged. They may include a servo to tilt the motors, accumulators, speed controllers, a receiver for the radio-control system and batteries supplying it with power.

Usually, accumulators are bought connected to one another in series. It is possible to use other accumulators than those for model planes and cars; Li-accumulators (used in notebook computers) are no more expensive and considerably lighter. Whatever is chosen, it has to be light!

#### **b) Motorization**

There is always the option of using either combustion engines or electric motors for model aircraft. The advantage of electric power is that it allows for very precise throttling combined with electronic speed controllers. Even though an electric system is generally heavier than a combustion engine, the added benefit of reversibility will drastically improve low speed maneuverability. In addition, an electric system keeps the same weight and does not affect buoyancy, unlike an engine that burns gas and makes an airship lighter during flight. Usually, large propellers with few rounds per minute (possibly through a reduction gear) are more efficient than small, fast turning propellers.

Possibly, impeller propellers may be used. Because of their turbine-like making, they provide excellent protection of the hull from eventual propeller hits. Also, they are easy to glue to a tilting axle for VT. normal electric motors need to be welded to the axle. Their disadvantage is fewer thrust compared to normal propellers.

Simon uses normal 0.115 m, 6-9 propellers for thrust, combined with two 110 W motors. They proved to be dependable and efficient.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. Etceteras

### a) Flight Certification

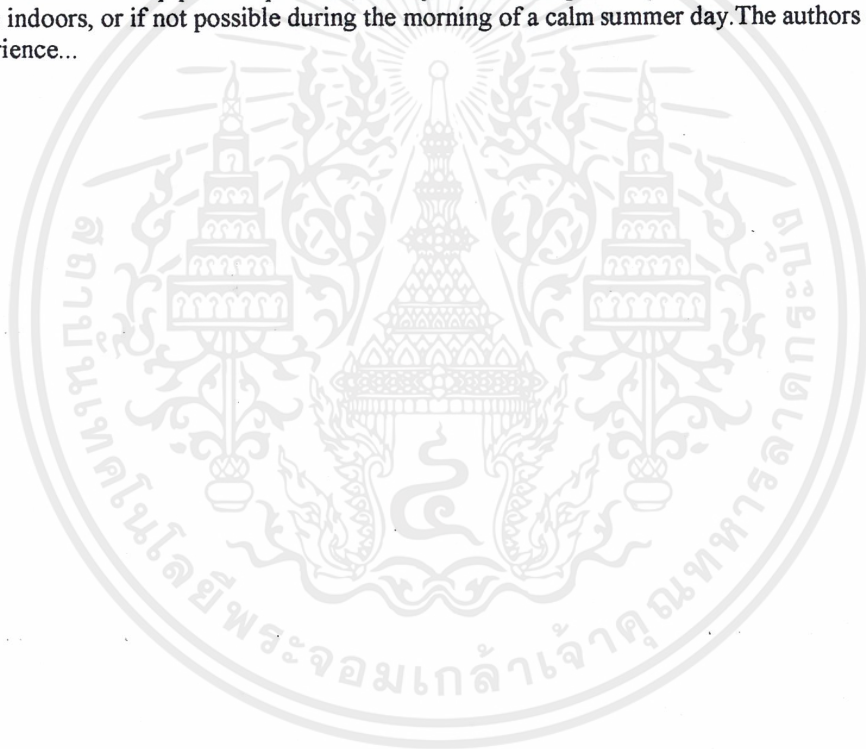
Fundamentally, radio-controlled balloons and airships are subject to the same restrictions as other radio-controlled flying models.

There is the question of the use of hydrogen as the lifting gas for balloons and airships instead of the much more expensive helium. Common belief is that it is forbidden. The rumor is wrong; a restriction only exists for commercial employment of manned airships with hydrogen. Still, hydrogen is usually much harder to obtain because of its dangers.

There are no exact building regulations and determinations of "small and light" aerostats. when planning a craft of more than 20 kg total mass, sketches and calculations should be shown, however, to the authorities for permission.

### b) Meteorology and Atmospheric Effects

As mentioned in chapter 1. c) Temperature and Pressure, the lift of the different gases changes through many different meteorological influences, and a small airship is hard to control in even weak currents. Additionally, the danger of losing the airship due to an upward current is always high for an inexperienced airship pilot. If possible, the tryout and inaugural flight of a small airship should be made indoors, or if not possible during the morning of a calm summer day. The authors are talking from experience...



# The Construction of the Blimp Simon

## Airship Science Applied in Real

### 1. First Steps

#### a) Hull Shape

The most important aspect of the blimp Simon was its overall design and the dimensions of its envelope. Because the actual size could not be evaluated before the weight of the structure was known, a first design only included the form and ratio of the hull and not its final dimensions.

Two aspects were important when designing the front or tail piece of the blimp. There was the look of a zeppelin, an aerodynamically formed nose and a tail possibly pointed or round. Also, there was the volume to surface ratio affecting air resistance, wind influences and most important, cost. Simon took a special approach to a design of an ellipsoid of revolution (EoR), giving it the look of a blimp. Different length to width ratios were drawn and their volume graphs had to be calculated to be able to compare the advantages of each design (done with the mathematical computer program Maple V).

A ratio of 1 : 3.27 was finally chosen. The advantages are a large volume even for small radii and thus a large lifting force and low air resistance. At the same time, the ratio looked good.

In the same way, a middle cylinder (MC) was fitted into the system. Its length was determined to be two thirds of the length of half the ellipsoid.

#### b) A Gondola

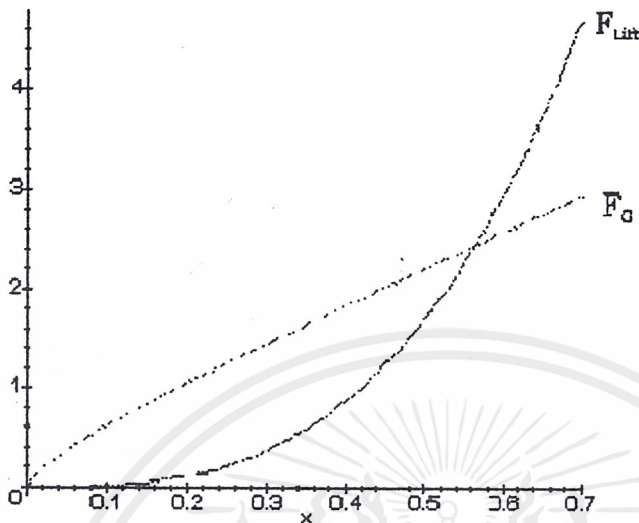
The gondola design proved to be quite hard. Since computer models were not satisfying, the form of the gondola was developed by hand, simply by drawing various sketches. The result was a drop-like, aerodynamic shape. A size of 0.60m x 0.28m x 0.10m was chosen because of considerations including the size of the accumulators, a width supporting the tilting axle and the weight of the motors and propellers, and space for the electronics. The axle would be at the largest width of the gondola. The material to be used is GFC, light and tough.

#### c) Dimensions

It finally got time to set Simon's actual size. Thus, the electronics, a servo, two motors, two speed controllers, a receiver, and 16 accumulators were bought and weighted. Mylar foil was also weighted, together with the balsa wood needed for the stabilizers.

**It can be said, that the dimensions of an airship depend on the power output of its motors, since the motors and accumulators make up for the largest part of its weight. The more power the motors produce and the more accumulators are needed, the bigger the airship gets.**

The volume to radius ratio, and thus also the lifting force for a given radius of Simon had previously been evaluated. Because motor power output - and the weight of the motors - also depend on the size and volume of an airship, the following relation between  $f_g$  and  $f_{\text{lift}}$  was drawn as shown in the graph below. Since Simon was meant to be an outdoor blimp, fighting against wind and turbulences, it had to be motorized sufficiently, meaning a quite large motor weight. Not expressed in the graph are the influences of inertia and other more complicated aspects, since the graph itself is only an approximation.



From the graph, the minimum dimensions of Simon could be determined. they lay around a radius of 0.5 m and thus an overall length of 4.3 m. As previously mentioned in General Airship Design, 110 percent of these values were used for Simon to take precautions against any eventualities. See Simon's dimensions.

## 2. Calculations and Model Construction

### a) Hull Values

It is always best to find out the main data of an airship, to see where possible problems might come up. Is  $f_{\text{lift}}$  large enough? How large is the surface of the blimp? etc.

The exact volume of Simon had been calculated by formula (3) and (4) already mentioned in General Airship Design. The origin of (3) derives from the equation of an ellipsoid, (6) and (7).

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} = 1 \quad (6) \quad f(x) = \sqrt{b^2 - \frac{b^2 x^2}{a^2}} \quad (7) \text{ Nomenclature}$$

The formula for any body of revolution and thus also for Simon's EoR is expressed through

$$V = \int_{-a}^a \pi f(x)^2 dx \quad (8) \text{ Nomenclature}$$

When substituting (7) for  $f(x)$  one gets the final formula for an EoR

$$V = \int_{-a}^a \pi \left( b^2 - \frac{b^2 x^2}{a^2} \right) dx \quad (9) \quad V = \frac{4}{3} \pi a b^2 \quad (3) \text{ Nomenclature}$$

When formulas (3) and (4) are evaluated, the volume of the ellipsoid and cylinder equal to  $3.42 \text{ m}^3$ .  $f_{\text{lift}}$  of 100% pure helium (ideal gas) in air at  $0^\circ\text{C}$  and  $1.013 \times 10^5 \text{ Pa}$  is equal to  $10.9 \text{ N}$  per cubic meter. Using equation (1), a  $f_{\text{lift}}$  of  $37.4 \text{ N}$  results. This value may change through pressure and temperature influence, expressed in equation (10)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{p_1 V_1}{T_1} = \frac{p_2 V_2}{T_2} \quad (10) \text{ Nomenclature}$$

Also, it is important to know the surface of the envelope to estimate the weight and price of the envelope material needed. It is given by the equation for the surface of revolution of a body, derived from the length  $l$  of a curve

$$L = \int_{-a}^a \sqrt{1 + \left(\frac{\partial f(x)}{\partial x}\right)^2} dx \quad S = \int_{-a}^a 2\pi f(x) \sqrt{1 + \left(\frac{\partial f(x)}{\partial x}\right)^2} dx \quad (11) \quad (12)$$

Nomenclature

where, again  $f(x)$  is substituted by equation (7). Also, the equation for the surface of Simon's MC must be considered. it is

$$S = 2\pi b l \quad (13) \text{ Nomenclature}$$

The final surface is expressed through

$$S = 2l\pi b + \int_{-a}^a 2\pi \sqrt{b^2 - \frac{b^2 x^2}{a^2}} \sqrt{1 + \frac{b^4 x^2}{\left(b^2 - \frac{b^2 x^2}{a^2}\right)^4}} dx \quad (14)$$

Nomenclature

Simon's surface equals to  $14.3\text{m}^2$ .

#### b) Calculating Hullparts

How may one build a three-dimensional blimp from plane mylar foil? This was a central question when building the blimp Simon. Obviously, it could not be done with one piece, but needed the more, the rounder the structure had to be. Too many pieces, however, would have made the construction last forever. Thus, it was decided that Simon would be made of 26 pieces, 12 for the front, 12 for the tail and 2 for the mc. each of them had an additional glue fold.

The hullparts were obtained by dividing the circumference of the ellipsoid by 12 at every point  $x$  of the  $x$ -axis below.

$$L = \int_0^x \sqrt{1 + \left(\frac{\partial \sqrt{b^2 - \frac{b^2 x^2}{a^2}}}{\partial x}\right)^2} dx \quad (15) \text{ Nomenclature}$$

$$W = \frac{1}{6} \pi \sqrt{b^2 - \frac{b^2 x^2}{a^2}} \quad (16) \text{ Nomenclature}$$

To be able to draw and afterwards actually cut out Simon's hullparts, the  $l$  and  $w$  values for a given point  $x$  needed to be evaluated.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### c) First Models

To control the correctness of the hullpart calculations and see the gondola in 3D, both, the hull and the gondola, were built as a model first. From paper, a hull was put together in the actual design of Simon in a scale of 1:5, and from a polystyrene cylinder, a gondola was cut out true to scale. It could afterwards be used as a positive form of the real gondola.

**A model shows the dimensions in the room. It also helps doublechecking the theoretical work.**

## **3. Construction of the Main Parts**

### a) a tilting axle

The application of vectored thrust (VT), as already described in General Airship Design made it necessary to construct a tilting axle. For Simon, a simple construction as shown below was chosen. VT allows for two different options. Either only the propellers or both the motors and propellers are mounted at the tips of the axle. To mount only the propellers rises the problem of connecting the motors with the propellers through the axle. To mount the motors and the propellers causes a stability problem: The axle has to support the weight of the motors and the propellers. It was decided that Simon would support a system with the motors and propellers mounted at the tips of the axle; an aluminum pipe (diameter: 8 mm) was used to overcome stability problems.



### b) Construction of the Gondola and the Hull

Since a polystyrene model of the gondola was already made, it was used further to construct the gondola. From the polystyrene shape, a negative form of plaster was cast. After a week the plaster was dry and a layer of wax and one of GFC were laid inside the negative form. The wax kept the plaster from sticking to the GFC. Once the shape of the gondola was finished, holes for the tilting axle were drilled and supporting aluminum braces were glued to the axle and the gondola. The axle was additionally supported by four ball bearings.

Next, the hull had to be put together. Conducting various tests, it was found that contact glue was the ideal adhesive for making the hull heliumtight, since welding was not an option for a polyurethane like mylar. Because the outermost front and tail parts were extremely difficult to glue three dimensionally, a polystyrene body to fit the front and tail of the airship was sanded. It could be used as a 3D surface for gluing. It took 30 to 40 hours of gluing and four tubes of glue to put the envelope together. A valve and two pieces of wood were then placed inside the hull. The valve, with a diameter of 0.01 m, would be used to inflate the blimp, the two pieces of wood to mount the gondola to the hull. The gondola would be coupled to the envelope through four mounting points. Four screws from inside the envelope went through the pieces of wood and attached the gondola to the rest of the airship with wing nuts.

### c) The Electronics

Inside the gondola, the electronics needed to properly control the airship were arranged. They included a servo to tilt the motors, sixteen 1.2 V accumulators, two speed controllers, the receiver of the radio-control system and four batteries supplying it with power. Eight accumulators made up an accu pack, connected to each other in series. The receiver controlled the servo and the two motors with their speed controllers. This way, the motors made up two independent circuits.

See a scheme of Simon's electronics.

### d) The Fins

At last, tail surfaces were designed. Simon's four fins became huge with a height of 0.55 m each, and a length of 0.40 m, but compared to the envelope, they seemed extremely small.

Made of monokote and light balsa wood, the fins are extremely light. still, they needed to be considered when evaluating the center of gravity of the blimp. The exact center of gravity could only be located empirically, in Simon's case with a large wooden scale.

## **4. First Experiences and Improvements**

### a) Flight Preparations

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

When all parts were built, they needed to be put together. After connecting all the electronics inside the gondola and turning the power on, the gondola could be mounted. Then, the helium was filled in through the valve until Simon started to float. The fins were attached to the tail by tape. Because of the extra weight of the fins, more helium was filled in. When Simon floated again, the helium was substituted by air, filling the envelope all the way, giving it its final shape and producing a slight overpressure.

#### b) Flying a blimp

It is no secret now: Simon got too small. Even with little wind, the airship was shaken by ever little airstream. The problem was not caused by undermotorization or too small fins. With absolutely no wind Simon obtained speeds of up to 5 m/s and flew completely steady. Thus, the small airship Simon involuntarily got only a calm-weather-blimp. One simple measure helped a little to avoid unpleasant winds: flying at little altitudes!

#### c) Improvements

After the first practical experiences, many new and sometimes demanding problems arose. The valve was a little small: With a valve of a larger diameter, it would not take as long to inflate the blimp. Also, a safety valve would be preferable. This means some sort of a radio-controlled system to control the opening of the valve, or even an additional valve. There were many possibilities to solve the problem, but none of them was easily applicable. There would be the option of an electromagnetically controlled valve, a coil with an iron core and an applicable current. A one way version of a safety valve would be a thin membrane to be destroyed by a movable and sharp tool such as a needle. Third, there would be the mechanical valve, controlled by a servo. For Simon none of the above has been used yet, but the construction and use of a mechanic valve is heavily discussed at this very moment.

The motors also proved to be difficult to handle. For strong currents, they were not powerful enough, for calm weather, they were more than sufficient. Also, during the course of various flights, it was found that the motors heated up very fast because of a large current flow. It even occurred once that one of the motors melted out of its fixture! Thus, the use of other, less resistive motors turning at a lower frequency is discussed at the moment. The fixture of the motors has already been reinforced by ring clamps. Also the supporting aluminum braces of the axles have been reinforced. Previously, they often got damaged during hard landings.

The envelope problem: in the beginning, the hull was amazingly very heliumtight. But after a few crashlandings and many transportations of the blimp, it started to leak. The weak points are the vertical glue folds between the ellipsoid and the cylinder. However, the hull itself got damaged, as well, and many little holes, invisible for the eye, grew larger. Now test are being conducted with lacquers such as silicon to seal those holes.

### **5. Completion**

#### a) Motor Thrust - an Experiment

How powerful are the motors, with the given propellers? The motors currently used are two Robbe Power Plus 410/12 with two 9-6 propellers. To experimentally determine the thrust of one of them, a scale with a fulcrum was built. A thrust of 3.3 N per motor was determined.

#### b) Air Resistance - an Approximation

Since thrust was known, it became interesting to determine air resistance. The difficult part was not the calculation, but the approximation of the index of air resistance  $c_r$ , since no wind tunnel facility was available. For a perfect sphere,  $c_r$  is 0.47, for a streamlined body 0.05. Also, equation (5) is only valid for turbulent streams. For the blimp Simon, turbulent streams were guessed to appear from a speed of 2 m/s up. Thus, equation (5) could be written as following

$$F_r = \frac{1}{2} c_r \rho v^2 \pi b^2 \quad (17) \text{ Nomenclature}$$

Where  $2 < v$

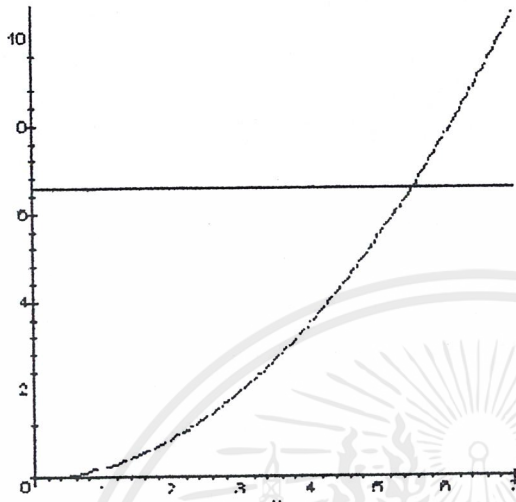
and  $S = \pi b^2$

$\rho$  is the density of air, in this case 1.293 kg/m<sup>3</sup>. For  $c_r$  an approximation of 0.35 was chosen, in the middle of the values of a sphere and a streamlined body, a little closer to a sphere. The graph below shows the relationship between speed (x) and air resistance (y). It may be seen that Simon has a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติให้ไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

theoretical maximum speed of 5.54 m/s. Beyond this value, motor thrust of 6.6 N is lower than air resistance.



### c) Helium Recycling

Helium is very expensive. Why not recycle it then? The problem is: To get the helium out of the blimp envelope, a vacuum pump is needed. Cheap solutions for a vacuum pump are refrigerator compressors or pumps used to inflate rubber dinghies. Their capacities are very low, though, and it takes a while to fully deflate a huge blimp envelope, even with a big pump. However, the main problem is storage. A heliumtight receptacle, possibly under overpressure has not been found yet. Maybe it will in the future of the blimp Simon...

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

INITIAL PROGRAM
READ,TRANSLATE,SHOW LED,WAIT FOR START BOTTON
14/3/2001

POA EQU 0F000H
POB EQU 0F001H
POC EQU 0F002H
CON EQU 0F003H
STR_DATA EQU 8000H
MID_DATA EQU 800BH

ORG 00H ;**** USER AREA ****
DS 8 ;USER AREA (REGISTER BANK-0 VIRTUAL)
SYSTK: DS 24 ;USER AREA (INTERNAL RAM & USER STACK)
DS 12 ;USER AREA (BIT ADDRESSABLE)

START PROGRAM
ORG 0000H
MOV SP,#SYSTK ;ZOOM STACK
MOV A,#80H
MOV DPTR,#CON ;INITIAL 8255
MOVX @DPTR,A

MOV A,#0
MOV DPTR,#POA
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#POB
MOVX @DPTR,A
MOV DPTR,#POC
MOVX @DPTR,A
MOVX @DPTR,A

CLEAR: SETB P1.0 ;START SW
CLR P1.1
CLR P1.2
SETB P1.6

LOOP: LCALL READ
LCALL TRANS
MOV DPTR,#MID_DATA ;CHECK CENTER
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#1,OFF1
SETB P1.1
JMP CON_LEVEL
OFF1: CLR P1.1
CON_LEVEL: CLR C ;LINE WIDTH (PREFER 10)
MOV AR2
SUBB A,#10
JC NARROW
WIDE: CLR C
MOV A,#15
SUBB AR2
JC NOTLED
INC YESLED
NARROW: CLR C
MOV A,#5
SUBB AR2
INC NOTLED
JC YESLED
YESLED: SETB P1.2
JMP C_BUTTON
NOTLED: CLR P1.2
JMP C_BUTTON

C_BUTTON: JMP LOOP

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานและการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

MOV R6,#200 ;DELAY 2 SEC
BUTTON: INB P1,STR_FLY
DINZ R6,BUTTON
JMP LOOP

```

```

STR_FLY: LCALL PATTERN
LCALL READ
LCALL TRANS

```

```

DRIVE: MOV A,R1
SUBB A,R3 ;R1-R3
JC TURN_L

```

```

TURN_R: CINE A,#0,TURNRIGHT
LCALL PATTERN
JMP LEVEL

```

```

TURNRIGHT: MOV A,R1
SUBB A,R3 ;A-R1-R3

```

```

MOV B,#2
MUL AB
MOV R6,A

```

```

T_RIGHT: MOV A,#000000001B
MOV DPTR,#POA ;M1 (LEFT FORW ON)
MOVX @DPTR,A
MOV A,#000000011B
MOV DPTR,#POB ;M2 (RIGHT REV ON)
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_ON

```

```

MOV A,#0000000000B
MOV DPTR,#POA ;M1 (LEFT FORW OFF)

```

```

MOVX @DPTR,A
MOV A,#000000010B
MOV DPTR,#POB ;M2 (RIGHT REV OFF)
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_OFF

```

```

DINZ R6,T_RIGHT ;TIME TO DRIVE
JMP LEVEL

```

```

TURN_L: MOV A,R3
CLR C
SUBB A,R1 ;A-R3-R1
MOV B,#2 ;?????????
MUL AB
MOV R6,A

```

```

T_LEFT: MOV A,#000000011B
MOV DPTR,#POA ;M1 (LEFT REV ON)
MOVX @DPTR,A

```

```

MOV A,#000000010B
MOV DPTR,#POB ;M2 (RIGHT FORW ON)
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_ON

```

```

MOV A,#000000010B
MOV DPTR,#POA ;M1 (LEFT REV OFF)
MOVX @DPTR,A

```

```

MOV A,#0000000000B
MOV DPTR,#POB ;M2 (RIGHT FORW OFF)
MOVX @DPTR,A

```

```

LCALL DELAY_OFF
DINZ R6,T_LEFT
JMP LEVEL

```

```

LEVEL: CINE R2,#8,C_LEVEL
LCALL PATTERN

```

```

LJMP STR_FLY
C_LEVEL:MOV A,R2
SUBB A,#8 ;R2-8
JNC HIGH
LOW: MOV A,#8
CLR C
SUBB A,R2 ;8-R2
MOV R6,A
FLOW: MOV A,#00000011B ;REVERSE DRIVE M3
MOV DPTR,#POC
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_ON
MOV A,#00000000B
MOV DPTR,#POC
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_OFF
DINZ R6,F_LOW
LJMP STR_FLY
HIGH: MOV R6,A
F_HIGH:MOV A,#00000001B ;FORWARD
MOV DPTR,#POC
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_ON
MOV A,#00000000B
MOV DPTR,#POC
MOVX @DPTR,A
LCALL DELAY_OFF
DINZ R6,F_HIGH
LJMP STR_FLY
PATTERN: MOV R6,#2
P_FLY: MOV R7,#1
;M1
MOV DPTR,#FOA
MOVX @DPTR,A
;M2
MOV DPTR,#POB
MOVX @DPTR,A
;M3
MOV A,#3
MOV DPTR,#POC
MOVX @DPTR,A
CALL DELAY1_ON
DINZ R6,P_FLY
MOV R6,#5
P_STOP:MOV R7,#10
MOV A,#0
MOV DPTR,#FOA ;M1
MOVX @DPTR,A ;M2
MOV DPTR,#POB
MOVX @DPTR,A ;M3
CALL DELAY1_OFF
DINZ R6,P_STOP
RET
READ: MOV TMOD,#01010101B
MOV TH0,#0FFH ;T0 COUNT FRAME
MOV TL0,#0FFH ;FRAME
MOV TH1,#0FFH ;T1 COUNT LINE
MOV TL1,#6AH ;256-150-106-->6A
CLR TF0
SETB TR0
JNB TF0,$
CLR TF1
SETB TR1

```

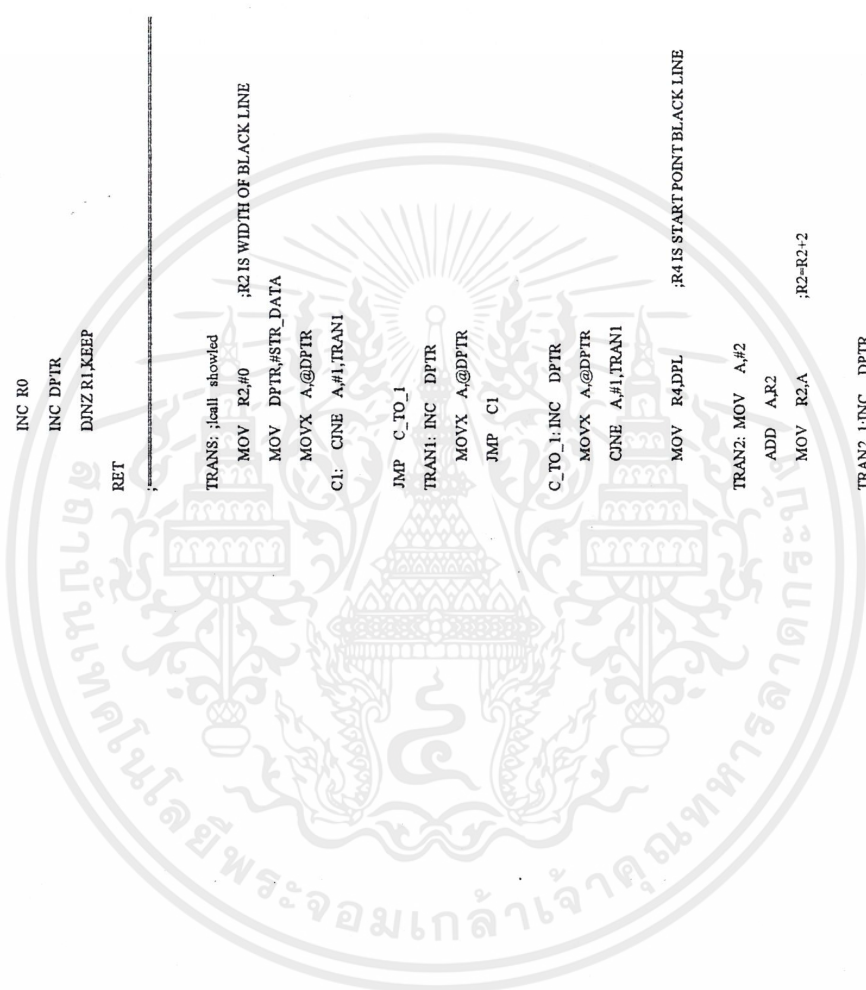
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้นไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

JNB TF1,$
:1 MOV 40H,P1
:2 MOV 41H,P1
:3 MOV 42H,P1
:4 MOV 43H,P1
:5 MOV 44H,P1
:6 MOV 45H,P1
:7 MOV 46H,P1
:8 MOV 47H,P1
:9 MOV 48H,P1
:10 MOV 49H,P1
:11 MOV 4AH,P1
:12 MOV 4BH,P1
:13 MOV 4CH,P1
:14 MOV 4DH,P1
:15 MOV 4EH,P1
:16 MOV 4FH,P1
:17 MOV 50H,P1
:18 MOV 51H,P1
:19 MOV 52H,P1
:20 MOV 53H,P1
:21 MOV 54H,P1
:22 MOV 55H,P1
:23 MOV 56H,P1
:24 MOV 57H,P1
:25 MOV 58H,P1
:26 MOV 59H,P1
:27 MOV 5AH,P1
:28 MOV 5BH,P1
:29 MOV 5CH,P1

:KEEP 4-27 TOTAL 24 POINTS
MOV R1,#24
MOV R0,#43H
MOV DPTR,#STR_DATA
MOV A,@R0
RL A
RL A
ANL A,#00000001B
MOVX @DPTR,A
INC R0
INC DPTR
DINZR1,KEEP
RET
TRANS: ;call showed
MOV R2,#0 ;R2 IS WIDTH OF BLACK LINE
MOV DPTR,#STR_DATA
MOVX A,@DPTR
CI: CINE A,#1,TRAN1
JMP C_TO_1
TRAN1: INC DPTR
MOVX A,@DPTR
JMP CI
C_TO_1: INC DPTR
MOVX A,@DPTR
CINE A,#1,TRAN1
MOV R4,DPL ;R4 IS START POINT BLACK LINE
TRAN2: MOV A,#2
ADD AR2
MOV R2,A ;R2=R2+2
TRAN2_1: INC DPTR
MOVX A,@DPTR
CINE A,#1,C_TO_0
INC R2
JMP TRAN2_1

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่น  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

C_TO_0_INC DPTR
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#0,TRAN2

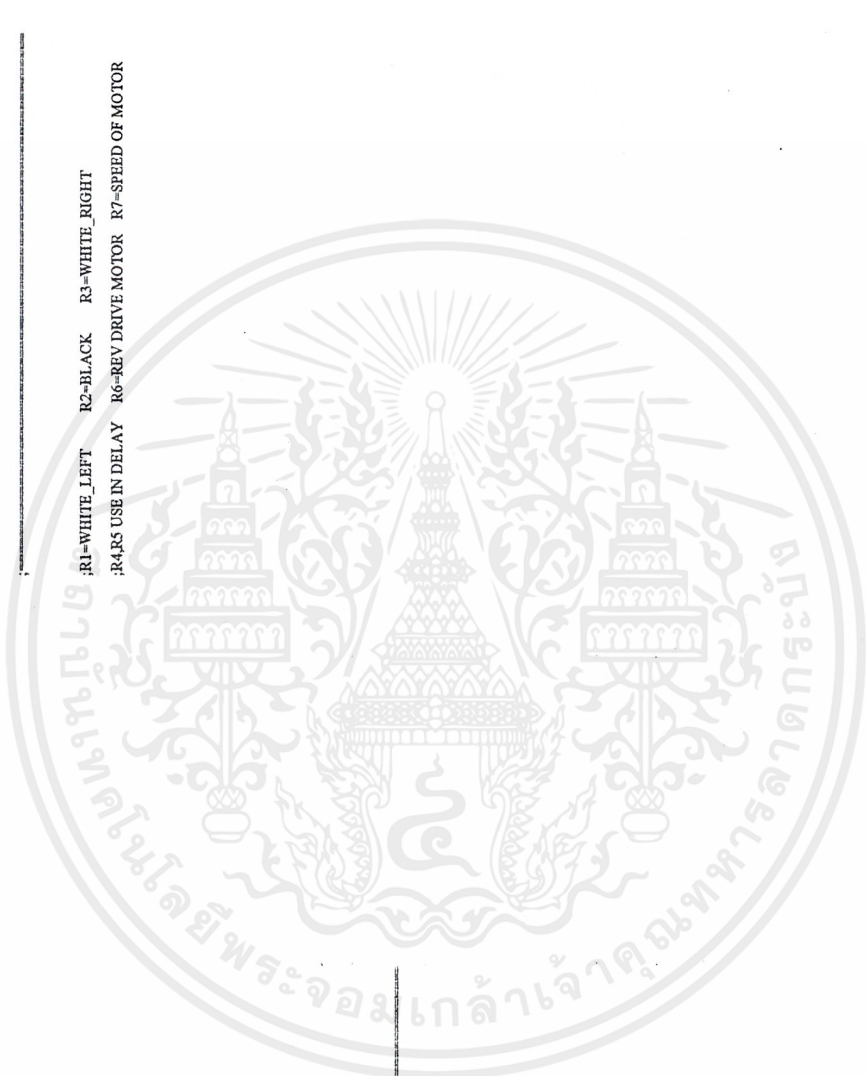
;A = DPL START BLACK LINE
MOV A,R4
MOV R4,#01H
SUBB A,R4
MOV R1,A
;R1 = DPL STR_DATA+1
;R4 = DPL STR_DATA+1
;DPL OF FIRST BLACK POINT
;IF DPL_STR_DATA = 60 DON'T SUBB
;MOV R1,R4
;R1+R2
ADD A,R2
MOV R5,A
MOV A,#22
SUBB A,R5
MOV R3,A
;22-(R1+R2)
RET

DELAY_ON:MOV B,#20
MOV A,R6
MUL AB
MOV R7,A
DELAY1_ON:MOV R4,#179
DISEC1_ON:MOV R5,#0
DJNZ R5,$
DJNZ R4,DYSEC1_ON
DJNZ R7,DELAY1_ON
RET

DELAY_OFF:MOV R7,#10
DELAY1_OFF:MOV R4,#179
DISEC1_OFF:MOV R5,#0
DJNZ R5,$
DJNZ R4,DYSEC1_OFF
DJNZ R7,DELAY1_OFF
RET

```

END



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานของอาจารย์ที่ปรึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี โดยได้รับความช่วยเหลือจากอาจารย์และบุคคลหลายท่าน

ขอขอบคุณอาจารย์จกมล งามวิวิทย์ และอาจารย์สุมิตร พนาอุคมทรัพย์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้คำปรึกษาและให้แนวทางต่างๆ ในการทำโครงการชิ้นนี้ ตลอดจนดูแลและเอาใจใส่เป็นอย่างดีเสมอมา

ขอขอบคุณอาจารย์ และเจ้าหน้าที่ภาควิชาระบบควบคุมทุกท่าน ที่ช่วยอำนวยความสะดวกต่างๆ และให้คำปรึกษาที่ดีเสมอมา

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ห้องโปรเจกต์ทุกคนที่ร่วมทุกข์ร่วมสุขด้วยกัน ทั้งยังให้ความช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆ โดยเฉพาะพี่ก๊วก หยก และ เต่า ที่ช่วยเหลือทุกอย่างตามที่ขอ

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ที่ได้ให้ความรู้ ประสบการณ์ และสิ่งต่างตลอดระยะเวลา 4 ปี

และสุดท้ายขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยห่วงใย และเป็นกำลังใจกับพวกเราเสมอมา

นางสาวกชกร แตรทอง

นายพิสิฐ มาศิริ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

<http://www.atmel.com/> :89C51 Microcontroller

<http://www.britannica.com>:Air Ship

<http://www.access.ch/private-users/argon/design.html> :Air Ship Design

<http://webs.soltec.net/movpic/Video.htm>:Basic Video

<http://www.britannica.com/> :Helium

<http://www.national.com/pf/LM/LM1881.html> LM1881,LM311 Comparator,LM741 Opamp



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้